

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-20926

(P2000-20926A)

(43)公開日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

2 G 0 1 7

G 0 1 R 33/09

G 0 1 R 33/06

R 5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 16 頁)

(21)出願番号

特願平10-185478

(22)出願日

平成10年6月30日(1998.6.30)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 斉藤 和浩

神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社東

芝川崎事業所内

(72)発明者 福家 ひろみ

神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社東

芝川崎事業所内

(74)代理人 100077849

弁理士 須山 佐一

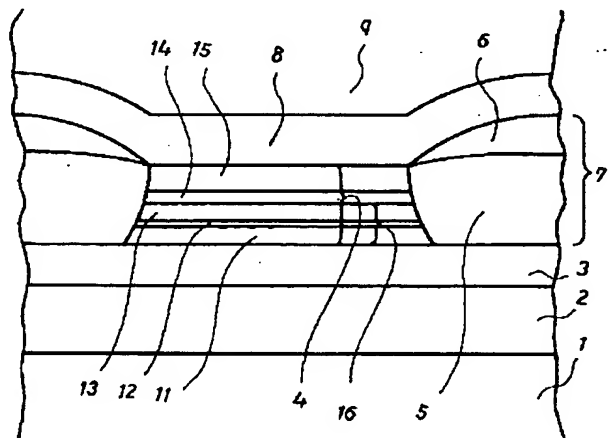
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果ヘッド

(57)【要約】

【課題】 巨大磁気抵抗効果を用いた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、磁化固定層の磁化の固着プロセスが容易でしかも固着が安定な磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【解決手段】 非磁性中間層を介して配置された少なくとも一对の磁化固着層と磁化自由層とを有する巨大磁気抵抗効果を用いた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、磁化固着層は組成および保磁力が互いに異なる一对の強磁性層が結合層を介して反強磁性結合させることにより、磁化固着層の磁化固着限界磁界を2000e以上にする。 10



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性中間層を介して配置された少なくとも一対の磁化固着層と磁化自由層とを有する巨大磁化抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層は保磁力が異なる一対の強磁性層が結合層を介して反強磁性結合されてなり、前記磁化固着層の磁化固着限界磁界 $H_{ex}^*$ が、室温で2000e以上とされてなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項2】 請求項1記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層の前記結合層を介して反強磁性結合されてなる一対の強磁性層は組成を異ならせてなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項3】 請求項1記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層を形成する一対の磁性層の少なくとも一方がCoを主成分とする金属、Feを主成分とする金属、またはNiを主成分とする金属層の少なくともいずれか1種の金属層であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項4】 請求項1記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層を形成する一対の磁性層の少なくとも一方が、Coを50原子%以上含有し、残りの成分としてPt、CrおよびTaの元素から選ばれた少なくとも1種を含有する金属層であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項5】 請求項1記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層を形成する一対の磁性層の一方が酸化物強磁性体であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項6】 請求項1記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層を形成する一対の磁性層の一方が30窒化物強磁性体であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項7】 非磁性中間層を介して配置された少なくとも一対の磁化固着層と磁化自由層とを有する巨大磁化抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層は結合層を介して反強磁性結合した一対の強磁性層からなり、前記一対の強磁性層から選ばれる一層は、結晶性金属下地上に形成され、かつCoを構成元素として含む**b i - c r y s t a l**構造を有する硬質磁性膜であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。 40

【請求項8】 請求項7記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記結晶性金属下地膜は、非金属下地との間にアモルファス層を有して形成されてなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項9】 請求項7記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記結晶性金属下地膜は、非金属下地との間にミキシング層を有して形成されてなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項10】 請求項7、請求項8または請求項9のいずれか1項記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記50

2

非金属下地はAlを含む酸化物または窒化物であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項11】 請求項7、請求項8または請求項9のいずれか1項記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記結晶性金属下地膜は、Cr、V、Ti、Ta、W、Zr、Nb、Hf、MoおよびAlの元素から選ばれる少なくとも1種の元素を含有することを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項12】 請求項7、請求項8または請求項9のいずれか1項記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記結晶性金属下地膜は体心立方結晶が略<200>配向してなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項13】 非磁性中間層を介して配置された少なくとも一対の磁化固着層と磁化自由層とを有する巨大磁化抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層は結合層を介して反強磁性結合されてなる一対の強磁性層を有し、前記一対の強磁性層の一層には、Ni、CoおよびFeのうち少なくとも1種の元素を主成分とする酸化物層、Mnを含む金属層、Crを主成分とする金属層から選ばれる少なくとも1種の保磁力増大層が積層されて積層構造とされてなり、前記積層構造を有する強磁性層における保磁力 $H_c$ と前記保磁力増大層による該強磁性層における交換バイアス磁界 $H_{ex}$ との比 $H_c/H_{ex}$ が、交換バイアス磁界 $H_{ex}$ が実質的に $H_{ex}=0$ となる場合を含め、1よりも大きく設定されてなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項14】 請求項13記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記保磁力増大層が膜厚が20nm以下のNiO、CoO、およびNiOとCoOとの積層膜から選ばれる少なくとも1種を主成分とする層であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項15】 請求項13記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記保磁力増大層が $Z_x M n_{100-x}$ （ここにZはNi、PtおよびPdの元素から選ばれる少なくとも1種）を主成分とする層であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項16】 請求項15記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記保磁力増大層の膜厚が15nm以下であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項17】 請求項13記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記保磁力増大層が $A_x M n_{100-x}$ （ここにxは0以上40以下、AはIr、Fe、Rh、Ru、Pt、PdおよびNiの元素から選ばれる少なくとも1種）を主成分とする層であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項18】 請求項17記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記保磁力増大層の膜厚が5nm以下であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項19】 請求項13記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記保磁力増大層が膜厚が20nm以下の $\alpha$

3

— $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を主成分とする層であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項20】 請求項13記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記保磁力増大層がCr合金層であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項21】 請求項20記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記保磁力増大層の厚さが20nm以下であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項22】 非磁性中間層を介して配置された少なくとも一对の磁化固着層と磁化自由層とを有する巨大磁10化抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化自由層にはバルクハウゼンノイズを除去する反強磁性層を用いた縦バイアス層がトラック幅の両端に配置されてなり、前記磁化固着層は結合層を介して反強磁性結合されてなる一对の強磁性層からなり、200℃以下で磁化が固着されてなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項23】 請求項22記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層は組成および保磁力が互いに異なる一对の強磁性層が結合層を介して反強磁性結合さ20れてなり、前記磁化固着層の磁化固着限界磁界 $H_{ex}^*$ が室温で200Oe以上とされてなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項24】 請求項22記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層の一对の強磁性層の一層には保磁力増大層が積層されて積層構造とされてなり、前記保磁力増大層が積層された強磁性層の保磁力 $H_c$ と前記保磁力増大層による該強磁性層における交換バイアス磁界との比 $H_c/H_{ex}$ が、交換バイアス磁界 $H_{ex}$ が実質的に $H_{ex}=0$ となる場合を含め、1よりも大きく設定され30てなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項25】 請求項22記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記一对の強磁性層の一層は結晶性下地上に形成され、かつ、Coを構成元素として含むb i - c r y s t a l構造を有する硬質磁性膜であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項26】 請求項23、請求項24または請求項25のいずれか1項記載の磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化自由層と前記磁化固着層の磁化の向きが略直交してなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。 40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク装置に用いられる磁気抵抗効果ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】磁気記録の高密度化には、ヘッド再生部に磁気抵抗効果(MR効果)素子を用いたMRヘッドが主要な役割を果たしており、今後さらに高密度を実現してゆくにはMR効果素子の感度を大幅に高めた巨大磁気抵抗効果(GMR効果)素子を再生部に用いたMRヘッ 50

4

ドが必要とされている。

【0003】GMR効果を用いた従来のシールド型MRヘッドは、図8に示すように、例えば $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ などからなる基板1の上にはパーマロイなどの軟磁性膜からなる下側磁気シールド層2が形成されている。この磁気シールド層の上に、再生磁気ギャップを構成する絶縁膜3を介してMR膜4(スピンバルブ)がある。MR膜には信号磁界に応じて磁化回転するいわゆる磁化自由層15、中間層14、磁化固着層16があつて、磁化固着層16は反強磁性層17によって磁化が固着されている。そして磁化自由層15の磁化を単磁区化する目的でMR膜の両側にバイアス磁界を発生するCoPtなどの一对の縦バイアス膜5、そしてリード6が配置されて、アパットジャンクション方式の磁気抵抗効果素子

(以下、MR素子と記す)7が構成されている。MR素子7にはさらに再生磁気ギャップを構成する絶縁膜8、および上側の磁気シールド9が配置されている。このようなシールド型MRヘッドにおいては、信号磁界の検出は、例えば一对のリード6にセンス電流を流し、MR膜5の平均磁化方向の変化に伴う膜の抵抗変化を測定することにより行われる。

【0004】従来、GMR素子を用いたMR膜は、スピンバルブ膜が用いられており、その基本構成は、磁化自由層/非磁性中間層/磁化固着層である。この磁化固着層には反強磁性層が積層されて、磁化自由層/非磁性中間層/磁化固着層/反強磁性層となっており、磁化固着層は反強磁性層との界面を通じて交換結合をすることによって磁化の固着がなされている。

【0005】GMR素子を用いたMR膜においては、磁化自由層の磁化の線形応答領域を確保するために、磁界のないときの磁化自由層の磁化と、磁化固着層の磁化とを略直角にしておく必要がある。このためには熱処理プロセスが用いられる。この熱処理プロセスの一例を示すと、磁界をかけながら250℃付近で磁化自由層および磁気シールド層に誘導磁気異方性を付与した後、磁界の方向をGMR膜に対して90°回転させて磁化固着層の磁化固着方向に向けて冷却を行う。熱処理後の磁化自由層には硬磁性層を着磁することによりバイアス磁界を付与し、バルクハウゼンノイズの発生を抑えている。

【0006】しかし、上記GMR素子を用いたMR膜およびMRヘッドにおいては、磁化固着層の安定性を高めるために反強磁性層のブロッキング温度(以下、TBと記す)を高く設計すると、磁化固着層の安定性は高まるものの、磁化固着層の固着のために高温の熱処理が必要となり、この結果、磁化自由層や磁気シールド層への誘導磁気異方性付与が不十分になってしまう。

【0007】他方、TBを低く設定すれば、磁化自由層や磁気シールド層への誘導磁気異方性付与はできるものの、磁化固着層の安定性が十分でないために、ヘッドの動作時の温度上昇、例えば100℃以上に対し、磁化の

5

固着が失われて、ヘッドの出力が低下してしまう。

【0008】また、TBが低いと静電気による磁化固着層の磁化反転、即ちピン反転が生じてしまうという問題もあり、これは素子の製造やディスクドライブの組立における製造歩留まりに影響を及ぼす。このように従来の構成ではTBの設定に困難があった。

【0009】一方、磁化固着層を直接に硬磁性層で形成するGMR膜構成や、磁化固着層を硬磁性層で固着するGMR膜構成が既に知られている。こうすることにより、熱処理によって磁化自由層や磁気シールド層の誘導10 磁気異方性付与を行い、室温での着磁によって磁化固着層の固着を行うことができる。しかしながら、このような構成では硬磁性層からの漏れ磁界が大きくなるために、反強磁性体を用いたときと同様、バイアスポイント設定が困難であり、しかも硬磁性層の保磁力を大きくしないと、記録磁界で磁化固着層が動いてしまい、出力が出ない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、GMR素子を用いたMR膜の磁化固着層の安定性は反強磁性層20のTBに大きく依存し、TBを高く設計すれば磁化固着層の安定性は高まるが反強磁性層の高温熱処理が必要になり、熱処理によるシールド層や磁化自由層の磁気異方性付与が困難になる。他方、TBを低く設計すればシールド層や磁化自由層の異方性付与が容易になるが、磁化固着層の安定性が不足するため、ヘッド出力の低下やヘッド製造歩留まりの低下の原因となる。

【0011】本発明はこのような従来技術の問題点に対処してなされたものであって、GMR素子を用いたMR膜の磁化自由層の熱処理による磁気異方性付与が容易で30 あって、かつ磁化自由層には余計なバイアス磁界を生じてバイアスポイントの設定を困難にすることなく、また静電気に対して強く、静電気発生による製造歩留まり低下を招かない磁気抵抗効果ヘッドを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の磁気抵抗効果ヘッドは、請求項1に記載したように、非磁性中間層を介して配置された少なくとも一対の磁化固着層と磁化自由層とを有する巨大磁化抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層は保磁力が異なる一対の強磁性層が結合層を介して反強磁性結合されており、前記磁化固着層の磁化固着限界磁界 $H_{ex*}$ が、室温で2000e以上とされてなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドである。

【0013】本発明の一実施の形態を示す磁気抵抗効果ヘッドの模式的断面図を図1に示す。図1において記号1は基板、2および9は磁気シールド、3および8は磁気ギャップを形成する非磁性絶縁膜、4はMR膜、5は縦バイアス層であって、強磁性層と反強磁性層との積層50

6

または硬磁性層、6はリード、7はMR素子、11は強磁性層A、12は強磁性層Aと強磁性層Bとを反強磁性結合する結合層、13は強磁性層B、14は中間層、15は磁化自由層、そして16は磁化固着層である。ほかに図には示していないが、強磁性層A11と磁気キャップ3の間には、Taなどの下地膜を設けることが望ましく、また磁化自由層15の上にはTaなどの保護膜を設けることが望ましい。

【0014】本発明の構成においては、磁化固着層には反強磁性結合した一対の強磁性体A11および強磁性体B13を用いており、それら強磁性体の保磁力と反強磁性結合によって、磁化固着層16における磁化の固着を行う。このため、強磁性体が反強磁性体との結合によって固着されているものとは異なり、磁化固着層の固着は室温で磁界を印加することによって行うなどして容易に行うことができる。このため、熱処理プロセスとしては、磁化自由層と磁気シールド層だけを対象とすればよいので条件選定が従来に比べてきわめて容易になる。

【0015】本発明において、磁化固着限界磁界 $H_{ex*}$ は、図6に示すように、MR膜に印加する磁界の強さを一旦磁化がほぼ飽和に達するまで高めてから減少させていった場合に、磁化固着層の磁化が固着して抵抗変化がなくなる限界の磁界の値を表わし、これを磁化固着層の磁化固着限界磁界とするものである。

【0016】そして本発明においては、上記の構成により、磁化固着層の一対の強磁性層の反強磁性結合のバランスや強磁性層の保磁力の値を制御することによって、磁化固着限界磁界 $H_{ex*}$ を2000e以上に設定でき、安定な磁化固着層を構成することができる。

【0017】本発明によれば磁化固着層の強磁性層の保磁力が従来の反強磁性体のプロッキング温度よりも高い温度まで維持できる材料が選択できるので、従来より静電気に対して強く、ピン反転の生じないものにすることができる。

【0018】また、磁化固着層は反強磁性結合した一対の強磁性層で構成されており、互いの磁化を打ち消し合うようにすることができるので、磁化固着層からの磁界が磁化自由層に及び不要なバイアス磁界を与えてしまうことを防止できる。このため、ヘッドのバイアスポイント設計が容易になる。

【0019】本発明の磁気抵抗効果ヘッドにおいては、磁化固着層を形成する反強磁性結合されてなる一対の強磁性層は、請求項2に記載したように、互いに組成の異なるもので構成することができる。

【0020】本発明の磁気抵抗効果ヘッドにおいては、請求項3に記載したように、磁化固着層を形成する一対の磁性層の少なくとも一方の磁性層として、Coを主成分とする金属、Feを主成分とする金属、またはNiを主成分とする金属層の少なくともいずれか1種の金属層を用いることができる。そして請求項4に記載したよう

7

に、Coを50原子%以上含有し、残りの成分として、Pt、CrおよびTaの元素から選ばれた少なくとも1種を含有する金属層を好ましく用いることができる。

【0021】上記Coを主成分とする金属としては、例えば $Co_x A_{100-x}$ （ここに $x \geq 50$ であって、AはPt、Sm、Ce、La、Y、Fe、Cr、V、Ti、Ta、W、Zr、Nb、Hf、Mo、AlおよびNiの元素から選ばれた少なくとも1種）を主成分とした金属を挙げることができる。また上記Feを主成分とする金属としては、例えば $Fe_x A_{100-x}$ （ここに $x \geq 50$ であ

って、AはCo、Cr、Pt、Ni、Y、V、Ti、Ta、W、Zr、Nb、Hf、Mo、およびAlの元素から選ばれた少なくとも1種）を主成分とした金属を挙げることができる。また、本発明の磁気抵抗効果ヘッドにおいては、磁化固着層を形成する一対の磁性層の強磁性体として、請求項5に記載した酸化物強磁性体、あるいは請求項6に記載した窒化物強磁性体を用いることができる。

【0022】そのような酸化物強磁性体としては、化学式 $MO \cdot X_2 O_3$ （ここにXはFe、Co、Mn、Crから選ばれる少なくとも1種、MはMn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Mgから選ばれる少なくとも1種）で示されるスピネルフェライト、および化学式 $ZO \cdot Fe_2 O_3$ （ここにZはBa、Sr、Ca、Pbから選ばれる少なくとも1種）で示されるマグネトプランバイト型フェライトがある。また窒化物強磁性体としては、窒化鉄や窒化コバルト、窒化鉄にボロンを含む化合物など各種の窒化物強磁性体が使用できる。

【0023】本発明の第2の磁気抵抗効果ヘッドは、請求項7に記載したように、非磁性中間層を介して配置された少なくとも一対の磁化固着層と磁化自由層とを有する巨大磁化抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層は結合層を介して反強磁性結合した一対の強磁性層からなり、前記一対の強磁性層から選ばれる一層は、結晶性金属下地に形成され、かつCoを構成元素として含むbi-crystal構造を有する硬質磁性膜であることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドである。

【0024】本発明においてbi-crystal構造とは、主結晶粒内にサブ結晶粒が存在する構造であって、c軸が面内に存在し、かつサブ結晶粒のc軸が互いにほぼ90°になっており、サブ結晶粒が磁気粒子単位として機能するので、Co系磁性膜のbi-crystal構造においては高い保磁力を得ることができる。

【0025】本発明の磁気抵抗効果ヘッドにおいては、Coを構成元素として含むbi-crystal構造を有する硬質磁性膜の結晶性金属下地膜は請求項11に記載したように、Cr、V、Ti、Ta、W、Zr、Nb、Hf、MoおよびAlの元素から選ばれる少なくとも1種の元素を含有するものが好ましく、また請求項150

8

2に記載したように、結晶性金属下地膜は体心立方結晶が略<200>配向しているものが好ましく用いられる。そして結晶性金属下地膜は請求項8および9に記載したように、結晶性金属下地膜と非金属下地との間にアモルファス層、あるいはミキシング層を有して形成されてなることが好ましい。

【0026】本発明の磁気抵抗効果ヘッドにおいては、Coを構成元素として含むbi-crystal構造を有する硬質磁性膜の結晶性金属下地膜を形成するための非金属下地としては、請求項10に記載したように、Alを含む酸化物または窒化物が好ましく用いられる。

【0027】本発明の第3の磁気抵抗効果ヘッドは、請求項13に記載したように、非磁性中間層を介して配置された少なくとも一対の磁化固着層と磁化自由層とを有する巨大磁化抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化固着層は結合層を介して反強磁性結合されてなる一対の強磁性層を有し、前記一対の強磁性層の一層には、Ni、CoおよびFeのうち少なくとも1種の元素を主成分とする酸化物層、Mnを含む金属層、Crを主成分とする金属層から選ばれる少なくとも1種の保磁力増大層が積層されて積層構造とされてなり、前記積層構造を有する強磁性層における保磁力 $H_c$ と前記保磁力増大層による該強磁性層における交換バイアス磁界との比 $H_c/H_{ex}$ が、交換バイアス磁界 $H_{ex}$ が実質的に $H_{ex}=0$ となる場合を含め、1よりも大きく設定されてなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドである。

【0028】本発明において、反強磁性結合されてなる一対の強磁性層に、保磁力を増大させる効果を有する層、即ち保磁力増大層を積層することによって、磁化固着層を一層安定化させることができる。

【0029】本発明の磁気抵抗効果ヘッドにおける前記保磁力増大層として、請求項14に記載したように膜厚が20nm以下のNiO、CoOおよびNiOとCoOとの積層膜から選ばれる少なくとも1種を主成分とする層、および請求項15に記載したように、 $Z_x Mn_{100-x}$ （ここにZはNi、Pt、Pdの元素から選ばれる少なくとも1種）を主成分とする層が好ましく用いられ、 $Z_x Mn_{100-x}$ 層の厚さは請求項16に記載したように、好ましくは15nm以下である。

【0030】また、請求項17に記載したように、本発明の保磁力増大層として、 $A_x Mn_{100-x}$ （ここにxは0以上40以下、AはIr、Fe、Rh、Ru、Pt、PdおよびNiの元素から選ばれる少なくとも1種）を主成分とする層が好ましく用いられる。そしてその好ましい厚さは請求項18に記載したように、5nm以下である。

【0031】また請求項19に記載したように、本発明の保磁力増大層として、膜厚が20nm以下の $\alpha-Fe_2 O_3$ を主成分とする層が好ましく用いられる。

【0032】さらに請求項20に記載したように、本発

9

明の保磁力増大層として、Cr合金層が好ましく用いられ、その好ましい膜厚は請求項21に記載したように、20nm以下である。

【0033】本発明の保磁力増大層として用いるCr合金としては、Al、Mn、Cu、Pt、Pd、Ag、Au、Ir、Rh、Ru、V、Fe、Co、Ni、GaおよびInの少なくとも1種の元素を含むものを用いることができる。

【0034】本発明の第4の磁気抵抗効果ヘッドは、請求項22に記載したように、非磁性中間層を介して配置10された少なくとも一対の磁化固着層と磁化自由層とを有する巨大磁化抵抗効果膜を用いた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、前記磁化自由層にはバルクハウゼンノイズを除去する反強磁性層を用いた縦バイアス層がトラック幅の両端に配置されてなり、前記磁化固着層は結合層を介して反強磁性結合されてなる一対の強磁性層からなり200℃以下で磁化が固着されてなることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドである。

【0035】本願発明において磁化自由層にバルクハウゼンノイズを除去する反強磁性層を結合させることによ20って、磁化固着層の安定化による出力の安定化と同時に、低ノイズ化をすることができる。

【0036】本発明の磁化自由層にバルクハウゼンノイズを除去する反強磁性層を結合させた磁気抵抗効果ヘッドにおいては、請求項23に記載したように磁化固着層の磁化固着限界磁界 $H_{ex}^*$ が室温で2000e以上であることが好ましい。また請求項24に記載したように、磁化固着層の一対の強磁性層の一層には保磁力増大層を設けることができ、磁化固着層が積層された強磁性層の保磁力 $H_c$ と前記保磁力増大層による該強磁性層にお30ける交換バイアス磁界との比 $H_c/H_{ex}$ が、交換バイアス磁界 $H_{ex}$ が実質的に $H_{ex}=0$ となる場合を含め、1よりも大きく設定されることが好ましい。

【0037】また本発明の磁化自由層にバルクハウゼンノイズを除去する反強磁性層を結合させた磁気抵抗効果ヘッドにおいては、請求項25に記載したように前記一対の強磁性層の一層は結晶性下地上に形成され、かつ、Coを構成元素として含むb i - c r y s t a l構造を有する硬質磁性膜であることが好ましい。

【0038】また本発明の磁化自由層にバルクハウゼン40ノイズを除去する反強磁性層を結合させた磁気抵抗効果ヘッドにおいて、請求項26に記載したように前記磁化自由層と前記磁化固着層の磁化の向きを略直交させることにより、感度を高めることができる。

【0039】上述したように、本発明のMRヘッドの磁化固着層は反強磁性結合した保磁力の異なる一対の強磁性層からなるため、その磁化方向が安定に固着される。

【0040】

【発明の実施の形態】以下に本願発明の実施の形態を、実施例に基づいて詳細に説明する。

10

【0041】（実施例1）図1に示した模式的断面図を有する磁気抵抗効果ヘッドを作製した。

【0042】 $Al_2O_3 \cdot TiC$ 基板1上に2 $\mu m$ 厚のNi<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>と磁気シールド膜2の成膜とシールド分割プロセスを行った後、ギャップ膜3の $Al_2O_3$ を通常の成膜プロセスにより成膜し、この下地を用いて、Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>(5nm) / Ru(1nm) / Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm) / Cu(3nm) / Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm) / Ta(5nm)のMR膜を成膜した。

【0043】このMR膜において、Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>(5nm) / Ru(1nm) / Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)はそれぞれ、強磁性層A11 / 結合層12 / 強磁性層B13からなる磁化固着層であり、上下の強磁性層は組成及び保磁力が異なる。そして上下の強磁性層は反強磁性的に交換結合するようにRu層の膜厚が設定されている。この結合層12にはRuだけでなく、例えばCr、Rh、Irなどが使用できる。

【0044】このような積層構造の磁化固着層を有する上記のMR膜4について、抵抗の磁界による変化を測定すると、図6の磁界と抵抗との関係を示す曲線が得られる。なお図6には曲線上の各部における磁化自由層と磁化固着層の磁化の状態を模式的に示してある。

【0045】図6において、I、IIでは外部磁界が小さく、磁化固着層の各層の磁化はほとんど動かないが、ある磁界 $H_{ex}^*$ または $H_{ex}'^*$ 以上では磁化固着層の磁化が大きく動き、磁界が $H_S$ に達するIVで磁化はほぼ飽和に達する。そして $H_{ex}'^*$ や $H_{ex}^*$ を超える磁界では大きなヒステリシスが発生する。

【0046】MR膜において、 $H_{ex}^*$ の値は2000e以上に設定すれば、MRヘッドとしてヒステリシスのない領域で使用することができる。

【0047】すなわち、磁化自由層と強磁性層Bはスピンバルブ膜として動作し、記録媒体の磁界に応じた磁化自由層の磁化回転により、強磁性層Bとの磁化の向きは平行にまで変化して、大きな抵抗変化が得られる。

【0048】MR膜の $H_{ex}^*$ の値が2000eに満たない場合は、磁化固着層は媒体の磁界などの影響を受けてしまい、安定性が不足する恐れがある。

【0049】本実施例においては、 $H_{ex}^*$ の値は4000eであった。

【0050】さて、以上のようにして成膜したMR膜31をフォトリソグラフィプロセスを経てパターン形成を行い、縦バイアス層5とTa / Cu / Ta等のリード6を成膜し、アバットジャンクションを形成した。この縦バイアス層5は反強磁性膜と強磁性膜との積層のほか、硬磁性層で構成してもよい。

【0051】この場合、反強磁性膜にはNiMn、PtMn、IrMn、RhMn、CrMnPtなどがあり、強磁性層にはNiFe、CoFe、CoNi、NiFeCoFe、Niなどがあり、反強磁性膜の交換バイアス



11

で強磁性層を磁化固着してハード化する。なお、強磁性層は磁化の不連続によるバルクハウゼンノイズを避けるため、磁化自由層と同様な飽和磁化の材料が望ましい。

【0052】硬磁性層を用いる場合には、CoPt、CoCr、CoPtCrなどがある。大きな保磁力が望ましいので、例えばCr層が下地層として用いられることが望ましい。

【0053】本実施例では縦バイアス層5に、Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(5nm) / Pt<sub>50</sub>Mn<sub>50</sub>(30nm)を用いた。

【0054】さらに、図1に示すように、ギャップ層 10 8、シールド層9を成膜して通常プロセスによりMRヘッド構造とした後、MR膜の磁化自由層と磁気シールド層と、縦バイアス層の安定化のために、ヘッドトラック幅方向、即ち図1の横方向に5kOeの磁界を印加して270℃、3時間の熱処理を行った。次に磁気ディスクと対向するヘッド面(ABS面)に垂直な方向、即ち図1の紙面に垂直な方向に5kOeの磁界を印加して磁化固着層を磁化した。

【0055】固着温度は200℃以下で行うことができるが、できるだけ低温が望ましい。本実施例では磁化の20固着を室温にて行った。

【0056】以上のウエーハ工程の後に、ウエーハを切断し、ABS面の研磨を行い、スライダ化することにより、磁気ヘッドを作製した。

【0057】続いて実施例1との比較のために、図8の従来の膜構造を有する比較例のヘッドを作製した。

【0058】比較例のMR層として、Ta(5nm) / Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>(7nm) / Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(1.5nm) / Cu(3nm) / Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(2nm) / Ir<sub>22</sub>Mn<sub>78</sub>(7nm) / Ta(5nm)を成膜して用いた。反強磁性膜Ir<sub>22</sub>Mn<sub>78</sub>のT 30 Bは膜厚を制御して250℃に設定し、アパットジャンクションを形成した。

【0059】熱処理プロセスはまずトラック幅方向の5kOeの磁界中でTB付近の温度250℃で3時間の保持を行い、その後磁界の向きを媒体に対向する面に対して垂直な方向に向け、室温まで冷却した。熱処理後、室温にてトラック幅方向に磁界を印加して、縦バイアス層5であるPtMnを着磁した。

【0060】実施例1と比較例のMRヘッド比較した結果、実施例1は磁気ヘッドや磁気ディスクドライブの組 40 み立て工程などの際に発生する静電気に対する安定性に優れることが認められた。即ち、比較例1の従来型のMRヘッドの場合は、静電気によってピン反転のトラブルが認められたが、実施例1ではピン反転は発生しなかった。比較例では磁化固着層の固着は反強磁性層によってなされており、温度上昇に対する安定性はTBによって制約を受けるが、本発明の実施例1では磁化固着層の固着には強磁性層が有する保磁力が関与しているため、より高い温度まで安定性を保つことができる。

【0061】なお実施例1では、磁化自由層および磁化 50

12

固着層の強磁性層BとしてCoFe合金層を用いた。また繁雑を避けるために、以下の実施例もCoFe合金層を用いた例を述べるが、本発明に用いる磁性層はCoFe合金層に限定されるものではなく、例えばCo層、NiFe合金層、NiFeCo合金層、あるいはCoFe / NiFeの積層など、さまざまな構成が可能である。

【0062】(実施例2)図2の模式的断面図で示した構造を有する磁気抵抗効果ヘッドを作製した。

【0063】Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiC基板1上に2μm厚のNi<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>と磁気シールド膜2を成膜してシールド分割プロセスを行った後、ギャップ膜3のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を通常の成膜プロセスにより成膜し、この下地を用いて、Au(1nm) / Cu(1nm) / Ta(5nm) / Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm) / Cu(3nm) / Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm) / Cr(1nm) / Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>(5nm) / Ta(5nm)を成膜した。

【0064】このMR膜において、Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm) / Cr(1nm) / Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>(5nm)はそれぞれ、強磁性層B13 / 結合層12 / 強磁性層A11からなる磁化固着層であり、上下の強磁性層は組成及び保磁力が異なる点は実施例1と同様である。2層の強磁性層の磁化の向きはCrを介して反強磁性結合するようにCr厚が設定されている。この結合層12にはCrのほか、Ru、Rh、Irなどを用いることができる。

【0065】この実施例においては強磁性層A11の保磁力は800eであり、MR膜のH<sub>ex</sub>\*の値として3200eが得られ、安定性が確保された。

【0066】このMR膜に対して実施例と同じ工程を行って、磁気ヘッドを作製し、実施例1と同様の結果を得た。

【0067】この結果から、磁化固定層は上層に設けた場合、トップスピンバルブ構造、即ち上置き構造の場合も、下層に設けた場合のボトムスピンバルブ構造と同様の結果が得られることが確認された。また、このことから上層と下層を合わせたデュアルスピンバルブ構造にも有効であることが確認された。

【0068】(実施例3)実施例1のMR膜に比べて、MR層の磁化固定層である、強磁性層A11 / 結合層12 / 強磁性層B13の膜厚比を変え、Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>(5nm) / Ru(1nm) / Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(2.5nm)と、Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>(5nm) / Ru(1nm) / Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(4nm)の2種類とした。こうすることによって、強磁性層A11の飽和磁化×厚さの値と強磁性層B13の飽和磁化×厚さの値とを等しくせず、少し異ならせた。

【0069】この結果、強磁性層A11の保磁力は100となり、H<sub>ex</sub>\*の値は3000eとなって、実施例1の場合と比べて少し小さい値とではあったが、磁気抵抗効果ヘッド用MR膜として安定性が確保されることが示された。

【0070】このように、磁化固着層における反強磁性結合した一対の強磁性体膜の飽和磁化×厚さの値は等し

13

くしてもよいが、少し異ならせてもよい。

【0071】特に強磁性層B13の飽和磁化×膜厚を増やすことにより、MRセンス電流を電流による磁界に対し、強磁性層A11が安定化する方向に流すことで、バイアスポイントの設計が最適化できる。

14

【0072】（実施例4～12）実施例1と同様にし、磁化固定層を下置き、即ち基板に近い側に設ける形式とし、強磁性層A11としてCo合金膜を用いた実施例4～12の結果を示す。

【表1】

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>ex</sub> * Oe
4	Co75Cr13Pt12	Ru	Co90Fe10	120	400
5	Co75Cr13Ta12	Ru	Co90Fe10	150	380
6	Co75Cr13Pt4Ta8	Ru	Co90Fe10	110	310
7	Co83Sm17	Ru	Co90Fe10	220	420
8	Co83Y17	Ru	Co90Fe10	230	410
9	Co80Pt20	Cr	Co90Fe10	100	320
10	Cr/Co80Pt20	Ru	Co90Fe10	800	700
11	Co80Pt20	Ru	Ni80Fe20	100	350
12	Co50V4Fe46	Ru	Co90Fe10	50	220

表の結果から、Co合金膜を磁化固定層を構成する反強磁性結合した一対の強磁性体層の一方に用いた場合に、H<sub>ex</sub>\* が十分に大きい値を示し、磁気抵抗効果ヘッドのMR膜として、安定性が確保されることが示された。

【0073】同様にしてCo<sub>x</sub>A<sub>100-x</sub> (x≧50) においてA=Pt、Sm、Ce、La、Y、Fe、Cr、30V、Ti、Ta、W、Zr、Nb、Hf、Mo、Al、

Niが使用できた。

【0074】（実施例13～19）実施例2と同様にし、磁化固定層を上置きすなわち基板が遠い側に設ける形式で、強磁性層A11としてCo合金膜を用いた実施例13～19の結果を示す。

【表2】

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>ex</sub> * Oe
13	Co75Cr13Pt12	Cr	Co90Fe10	100	360
14	Co75Cr13Ta12	Cr	Co90Fe10	130	340
15	Co75Cr13Pt4Ta8	Cr	Co90Fe10	90	270
16	Co83Sm17	Cr	Co90Fe10	200	380
17	Co83Y17	Cr	Co90Fe10	210	370
18	Co80Pt20	Ru	Co90Fe10	80	280
19	Co80Pt20	Cr	Ni80Fe20	80	310

表の結果から、磁化固定層を基板から遠い側に設けた場合においても、磁化固定層を基板に近い側に設けた場合



15

と同様に、C o合金膜を磁化固定層を構成する反強磁性結合した一対の強磁性体層の一方に用いた場合に、 $H_{ex}^*$  が十分に大きい値を示し、磁気抵抗効果ヘッドのMR膜として、安定性が確保されることが示された。

【0075】上記の実施例はいずれもアバットジャンクション型のMRヘッドである。本発明は図3の模式的断面図のように、硬磁性層をMR膜に重ねたハード下置き構造に適用することもできる。次にその実施例を述べる。

【0076】（実施例20、21）図3の模式的断面図10で示された磁気抵抗効果再生部は、 $Al_2O_3 \cdot TiC$ 基板を用い、この基板上に磁気シールド膜2として2 $\mu m$ のNi<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>膜の成膜とシールド分割プロセスの後、ギャップ膜3の $Al_2O_3$ を通常の成膜プロセスにより成膜し、図3に示すようにCr(5nm)/Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>(25nm)の硬磁性層5を成膜する。その後をフォトリソグラフィングプロセスを経てパターン形成により分割し、この下地を用いて、Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Cu(3nm)/Co

16

<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Cr(1nm)/Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>(5nm)/Ta(5nm)のMR膜を成膜した。

【0077】このハード下置き構造によればアバットジャンクションと異なり、硬磁性層5と磁化自由層との接触面積が大きいため十分なバイアス効果が得られる。

【0078】なお、すでに実施例4～19で明らかになったように、磁化固定層は下置きの構造でも、上置きの構造でも同様な効果が得られ、磁化自由層のバイアス構造の違いがあっても同様の効果が得られるがわかったので、以下の実施例はこのうちの一方の構造のものを取り上げることにした。なお、バイアス構造は実施例1と同じ図1のアバットジャンクション反強磁性層縦バイアスとした。

【0079】表3はこの構造で磁化固定層の強磁性層A11としてFe合金、Ni合金膜、を用いた場合の結果を示した。

【0080】

【表3】

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	$H_{Oe}^*$
20	Fe <sub>85</sub> Co <sub>15</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	55	250
21	Fe <sub>85</sub> Mn <sub>12</sub> Ti <sub>3</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	100	400

同様にして、Fe<sub>x</sub>A<sub>100-x</sub>（ここに $x \geq 50$ 、かつAはCo、Cr、Pt、Ni、Y、Mn、V、Ti、Ta、W、Zr、Nb、Hf、MoおよびAlの少なくとも1種）のFe合金およびNi合金が強磁性層A11に有効であることがわかった。また反強磁性交換結合層142として、Ru、Crを用いた場合に適切な $H_{ex}^*$ 値が得られ、MR膜の安定性が得られることがわかった。

【0081】また、強磁性層B13として、CoFe系やNiFe系合金膜を用いることができることがわかった。

【0082】なお強磁性交換結合層12としては、この

ほかにRh、Irなども選択可能であり、また強磁性層B13としては、NiFe系合金膜などを選択することも可能である。

【0083】（実施例22～25）先の実施例と同様にして、強磁性層A11として、酸化物強磁性層である、スピネルフェライトを用いた場合を表4に示す。表の結果より、強磁性層11Aとして酸化物強磁性層であるスピネルフェライトを用いることにより、良好な効果が得られる。

【0084】

【表4】

17

18

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>0</sub> <sup>*</sup> Oe
22	MnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	50	210
23	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	100	380
24	CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	150	420
25	NiFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	52	220

同様にMO・X<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (XはFe、Co、Mn、Crの少なくとも1種、MはMn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Mgの少なくとも1種) なる組成が使用可能であることがわかった。

【0085】(実施例26、27) 先の実施例と同様にして、強磁性層A11として、酸化物強磁性層であるマ20グネトプランバイト型フェライト、ZO・6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ZはBa、Sr、Ca、Pbのうち少なくとも1種)

を用いた場合の結果を表5に示す。

【0086】表の結果より、強磁性層11として酸化物強磁性層であるマグネトプランバイト型フェライトを用いることにより、良好な効果が得られることがわかった。

【0087】

【表5】

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>0</sub> <sup>*</sup> Oe
26	BaO・6Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	120	410
27	SrO・6Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	130	430

(実施例28) 表6は磁化固着層の強磁性層Bに窒化鉄40を用いた場合を示す。表5から、窒化鉄を用いることにより、良好な効果が得られることがわかった。

【0088】

【表6】

19

20

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	$H_{ex}^*$ Oe
28	$Fe_3N$	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	55	230

次にb i - c r y s t a l構造のCoおよびCo合金を用いた実施例を示す。(実施例29～44)磁気抵抗効果再生部は $Al_2O_3 \cdot TiC$ 基板を用い、この基板上 20に磁気シールド膜2の $Ni_{80}Fe_{20}(2\mu m)$ とシールド分割プロセス後ギャップ層である非金属下地層の $Al_2O_3(70nm)$ を成膜し、この下地を用いて、Cr(5nm) / Co(b i - c r y s t a l構造)(3nm) / Ru(1nm) / Co(3nm) / Cu(3nm) /  $Co_{90}Fe_{10}(3nm)$  / Ta(5nm)のMR膜を成膜した。その他は実施例1と同様の構造を用いた。

【0089】ここでMR膜を詳細に説明する。Cr層は下の $Al_2O_3$ とミキシングした反応層と、その上のb c c構造の結晶層から構成される。Cr成膜前の $Al_2$  30 $O_3$ 下地の適切なプレクリーニン(表面に適度な活性

Alを溶出させる)により、アモルファス的のCrと $Al_2O_3$ とミキシング反応層が形成されると、その上のCrは、<110>配向した結晶層が形成され、その結果その上の強磁性層Aは少なくともb i - c r y s t a l構造にかることができる。その結果強磁性層Aの保磁力が13の強磁性層Bよりも大きく70Oeとなる。このため $H_{ex}^*$ は280Oeが得られ、磁化固定層安定化の条件を満たすことがわかった。

【0090】表7にb i - c r y s t a l構造のCoおよびCo合金を用いた実施例45～61を示す。なお、表において、11強磁性層Aの欄の $\alpha$ は反応性アモルファス層を示す。

【0091】

【表7】

21

22

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>ex</sub> * Oe
29	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/Ta/Co	Ru	Co	80	320
30	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/V/Co	Ru	Co	200	500
31	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/Zr/Co	Ru	Co	70	210
32	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/Fe <sub>85</sub> Co <sub>15</sub> /Co	Ru	Co	120	500
33	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/Cr/Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	90	360
34	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/Ta/Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	80	320
35	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/V/Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	170	450
36	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/Zr/Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	60	240
37	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/Fe <sub>85</sub> Co <sub>15</sub> /Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	110	430
38	SiO <sub>2</sub> /a/Cr/Co	Ru	Co	55	220
39	ZrO <sub>2</sub> /a/Cr/Co	Ru	Co	53	230
40	TiN/a/Cr/Co	Ru	Co	52	210
41	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/Cr/Co <sub>80</sub> Pt <sub>20</sub>	Ru	Co	1000	2000
42	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /a/Cr/Co	Cr	Co	60	240
43	AlN/a/Cr/Co	Ru	Co	100	420
44	AlN/a/Cr/Co	Cr	Co	57	230

この実施例に示されたように、bi-crystal構造のCoおよびCo合金膜を成膜するための非金属下地として、AlO<sub>x</sub>、AlN、SiO<sub>x</sub>、ZrO<sub>x</sub>、TiNが使用でき、とくにAlO<sub>x</sub>、AlN下地が好ましい。このほか、TiO<sub>x</sub>、TaO<sub>x</sub>、ダイヤモンドライクカーボンが使用できることがわかった。また、bi-crystal構造のCoおよびCo合金膜を成膜するための結晶性金属下地膜として、この実施例に示された30のように、とくにCr、Vが好ましく使用でき、Ta、ZrやFeCo系合金が使用できる。このほかにTi、W、Nb、Hf、Mo、Alなど、またこれらの元素を含む合金等が使用できることがわかった。

【0092】また、実施例3で例示したように、強磁性層11と13の飽和磁化と厚さの積を異ならせることもできる。

【0093】次に磁化固着層の強磁性層Aに保磁力増大層を積層した本発明のMRヘッドの実施例を述べる。

【0094】(実施例45～74) 磁気抵抗効果ヘッド40再生部はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiC基板1を用い、この基板上に磁気シールド膜2のNi<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>(2μm)とシールド分割プロセス後非金属下地層のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(70nm)を成膜し、この下地を用いて、NiO(15nm)/Co(3nm)/Ru(1nm)/Co(3nm)/Cu(3nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Ta(5nm)の構造のMR膜を成膜した。

【0095】このMR膜構造において、NiOが20nmより厚いと交換バイアス磁界H<sub>ua</sub>が保磁力H<sub>c</sub>より大きくなり易く、本発明の目的である室温近傍での磁化固着層の磁界による固着がH<sub>ua</sub>のために困難になってし

まう。このためNiOの厚さは20nm以下が望ましい。

【0096】強磁性層A11の保磁力はNiO膜厚20nm以下でも300Oe程度を保ち、その消失温度も200℃以上まで消失しないので安定である。

【0097】この積層構造について、磁気抵抗効果を測定すると図7のようなR-H曲線となる。図において磁化自由層と磁化固着層の各磁界における磁化の動きは先の図6の場合と同様である。図6の場合との相違は、保磁力増大層が強磁性層に対して交換磁界H<sub>ua</sub>を与えるため、磁界に対し左右非対称になる点である。このため性能パラメータもH<sub>ex</sub>\*、H<sub>ex</sub>'、h<sub>ex</sub>\*、h<sub>ex</sub>'となる。ここにH<sub>ex</sub>\* > h<sub>ex</sub>\*となる。そしてピン層の磁化の向きをH<sub>ex</sub>\*を取る方向に向ければよい。本実施例の場合、磁性層11のH<sub>c</sub>は300Oe程度でH<sub>ex</sub>\*が800Oe以上得られるので、磁化固着層の安定性が十分に得られる。

【0098】本実施例ではNiO以外にも各種の保磁力増大層を使用できる。硬磁性膜として作用するので原理的には熱処理を必要としない。ただし、規則化系合金のNiMn、PtMn、PdPtMnなどは一部分の規則化のための熱処理が必要である。規則化が一部であればH<sub>ua</sub> < H<sub>c</sub>であり、磁化固着層の磁界による固着を室温にて行なうことができる。

【0099】以上のウエーハ工程ののち、ウエーハを機械加工で切断、ABS面の研磨をし、スライダ化することでヘッドを作成した。

【0100】上記およびこれと同様の実施例を表8に示

す。

【表 8】

【0101】

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>ex</sub> * Oe
45	NiO (10nm) / Co	Ru	Co	150	500
46	$\alpha$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (15nm) / Co	Ru	Co	300	600
47	$\alpha$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (10nm) / Co	Ru	Co	250	520
48	Pt 52Mn 48 (15nm) / Co	Ru	Co	60	240
49	Pt 52Mn 48 (10nm) / Co	Ru	Co	70	210
50	Ir 22Mn 78 (4nm) / Co	Ru	Co	55	230
51	NiO (15nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	330	800
52	NiO (10nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	180	610
53	Pt 52Mn 48 (15nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	80	270
54	Pt 52Mn 48 (10nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	85	300
55	Ir 22Mn 78 (4nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	60	250
56	Ir 22Mn 78 (4nm) / Co 90Fe 10	Cr	Co 90Fe 10	50	210
57	Cr 70Al 30 (20nm) / Co	Ru	Co	70	300
58	Cr 50Mn 50 (20nm) / Co	Ru	Co	100	300
59	CoO (10nm) / Co	Ru	Co	140	480
60	CoO (5nm) / NiO (5nm) / Co	Ru	Co	180	520
61	NiO (5nm) / Co	Ru	Co 90Fe 10	120	480

次に保持力増大層の組成を変えて磁性層11のHcを大きくした場合の実施例を示す。

【0102】

【表 9】

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>ex</sub> * Oe
62	NiO <sub>0.8</sub> (15nm) / Co	Ru	Co	200	500
63	NiO <sub>0.8</sub> (10nm) / Co	Ru	Co	170	400
64	$\alpha$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (15nm) / Co	Ru	Co	320	640
65	$\alpha$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (10nm) / Co	Ru	Co	280	560
66	Pt 58Mn 42 (25nm) / Co	Ru	Co	210	510
67	Pt 58Mn 42 (15nm) / Co	Ru	Co	150	390
68	Ir 27Mn 73 (10nm) / Co	Ru	Co	80	290
69	Ni 53O 47 (15nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	250	700
70	Ni 53O 47 (10nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	190	630
71	Pt 58Mn 42 (25nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	300	710
72	Pt 52Mn 48 (15nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	210	640
73	Ir 27Mn 73 (10nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	100	360
74	Ir 27Mn 73 (10nm) / Co 90Fe 10	Cr	Co 90Fe 10	80	280

表9からわかるように、保磁力増大層として、NiO<sub>x</sub>、 $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PtMnおよびIrMn膜が使用できることがわかった。このほか、NiMn、PdMn、FeMn、RhMnおよびRuMn膜、Cr合金膜50

も有効であることがわかった。

【0103】このように従来の構成では磁化固着層を固定することのできる程度の有効な交換バイアス磁界を与えることができない膜であっても、本願発明においては

25

磁化固着層の強磁性体の保磁力 $H_c$ を高めて、磁化固着層の安定化を得ることができる。そして交換バイアス磁界 $H_{ua}$ が小さいことにより、保磁力 $H_c$ に対し、 $H_c > H_{ua}$ の条件を満たすことができる。

【0104】PtMn、NiMn、PdPtMnなどの規則系反強磁性体では、厚さ20nm以上でも組成調整によって、交換バイアス磁界を保磁力より小さくでき、 $H_c > H_{ua}$ の条件を満たし、保磁力増大層として用いることができる。

【0105】以上の実施例は磁化固着層を下置きするボトムスピンバルブ構造であったが、実施例13～19にあるように磁化固着層を上置きするトップスピンバルブ構造においても同様の効果が得られる。また、このことから、上層と下層を合わせたデュアルスピンバルブ構造にも同様の効果が得られる。

【0106】また、実施例3で例示したように、磁性層11とピン層13の飽和磁化と厚さの積を異ならせることもできる。

【0107】次に図4の模式的断面図のように、反強磁性体によるパターンドバイアスを上置きした構造の実施例を述べる。

【0108】（実施例75）図4の磁気抵抗効果再生部は $Al_2O_3 \cdot TiC$ 基板を用い、この基板上に磁気シールド膜2として2 $\mu m$ のNi<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>膜の成膜とシールド分割プロセスの後、ギャップ膜3の $Al_2O_3$ を通常の成膜プロセスにより成膜し、この下地を用いて、Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>(5nm)/Ru(1nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Cu(3nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Ta(5nm)を成膜した。この11の強磁性層Aの保磁力 $H_c$ と $H_{ex*}$ の値は実施例1と同じである。

【0109】MR膜の端部に縦バイアス層5を配置するためにフォトエッチングプロセスを経て反強磁性層のIr<sub>22</sub>Mn<sub>78</sub>(12nm)とTa/Cu/Ta等のリード6を形成した。その上にギャップ層7、シールド層8を経て、記録工程を通常プロセスにより作成した。なお、反強磁性層は前述したIrMnのほか、RhMn、RuRhMn、NiMn、PtMn、PdPtMn、CrMnPtのような交換バイアス磁界 $H_{ua}$ が十分に得られる反強磁性膜を用いてもよい。

【0110】本実施例では反強磁性膜を用いているため、上下磁気シールド2、9と磁化自由層15の誘導磁気異方性の付与と、縦バイアス層5である反強磁性層による磁化の固着の安定化のために、磁気ヘッドのトラック幅方に5kOeの磁界を印加して熱処理を行なった。熱処理温度を反強磁性膜のTB付近の温度である270℃とし、3時間の保持を行った。熱処理後、室温にてABS面に垂直な方向に5kOeの磁界をかけ、磁化固着層を固着した。

【0111】以上のウエーハ工程ののち、ウエーハを機械加工で切断、ABS面の研磨をし、スライダー化する

26

ことでヘッドを作成した。

【0112】このように、高いブロッキング温度を用いた反強磁性膜であれば比較例のような動作温度で不安定になるようなことは起こらない。

【0113】この実施例ではMR膜の磁化固着層は下置きの構成であるが。上置きにしても同様の結果が得られる。

【0114】次に図5に示すように、反強磁性体によるパターンドバイアスを下置きした構造の実施例を述べる。

【0115】（実施例76）図5の磁気抵抗効果再生部は $Al_2O_3 \cdot TiC$ 基板を用い、この基板上に磁気シールド膜2として2 $\mu m$ のNi<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>膜の成膜とシールド分割プロセスの後、ギャップ膜3の $Al_2O_3$ (70nm)を通常の成膜プロセスにより成膜し、Ir<sub>22</sub>Mn<sub>78</sub>(20nm)を成膜する。なお、反強磁性層は前述したIrMnのほか、RhMn、RuRhMn、NiMn、PtMn、PdPtMn、CrMnPtのような交換バイアス磁界 $H_{ua}$ が十分に得られる反強磁性膜を用いることができる。

【0116】その後フォトエッチングプロセスを用いて膜を分割し、この下地を用いて、Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Cu(3nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>(3nm)/Cr(1nm)/Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>(5nm)/Ta(5nm)を成膜した。さらにMR膜をフォトエッチングプロセスを経てTa/Cu/Ta等のリード6を成膜した。さらに熱処理を実施例78の下置きの場合と同じ条件にて行った。この構造により、上置き構造においても十分なバイアス効果が得られた。

【0117】このパターンドバイアスを上置きはMR膜の磁化固着層上置き構成にも同様に適用できる。

【0118】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば温度や静電気電圧などに対して安定な磁化固着層の形成と磁化の固着を、磁化自由層や磁気シールド層の熱処理に影響を及ぼすことなく、行うことができる。このため、本発明の磁気抵抗効果ヘッドは、動作温度が上昇しても出力低下を起したりせず、安定な出力を保つことができる。しかも、静電気電圧に対し安定であるため、磁気ヘッドの製造や磁気ディスクドライブの組立ての際の静電気電圧によるトラブルが減少するので、磁気ヘッドや磁気ディスクドライブの製造歩留まりを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の磁気抵抗効果ヘッドの一実施形態の構成を示す断面図である。

【図2】 本発明の磁気抵抗効果ヘッドの他の一実施形態の構成を示す断面図である。

【図3】 本発明の磁気抵抗効果ヘッドのさらに他の一実施形態の構成を示す断面図である。

【図4】 本発明の磁気抵抗効果ヘッドのさらに他の一

実施形態の構成を示す断面図である。

【図5】 本発明の磁気抵抗効果ヘッドのさらに他の一実施形態の構成を示す断面図である。

【図6】 本発明の磁気抵抗効果ヘッドの一実施形態を構成する磁気抵抗効果膜の磁界と抵抗との関係を示す模式図である。

【図7】 本発明の磁気抵抗効果ヘッドの他の一実施形態を構成する磁気抵抗効果膜の磁界と抵抗との関係を示す模式図である。

【図8】 従来例の磁気抵抗効果ヘッドの構成例を示す断面図である。

【符号の説明】

1 ……基板、

2、9 ……磁気シールド、

3、8 ……磁気ギャップを形成する非磁性絶縁膜、

4 ……MR膜、

5 ……縦バイアス層、

6 ……リード、

7 ……MR素子、

11 ……強磁性層A、

12 ……結合層、

13 ……強磁性層B、

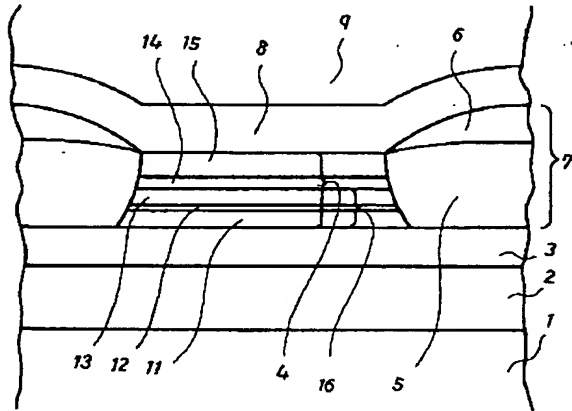
14 ……中間層、

15 ……磁化自由層、

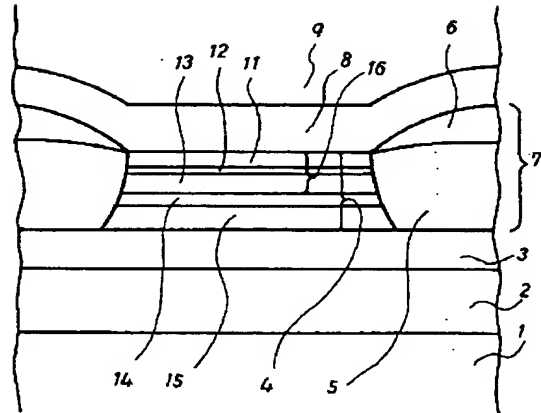
16 ……磁化固着層、

17 ……反強磁性層。

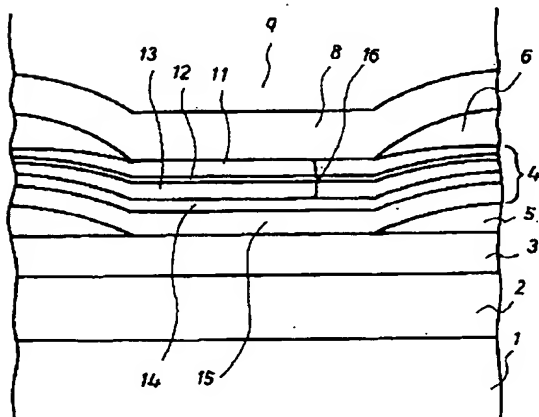
【図1】



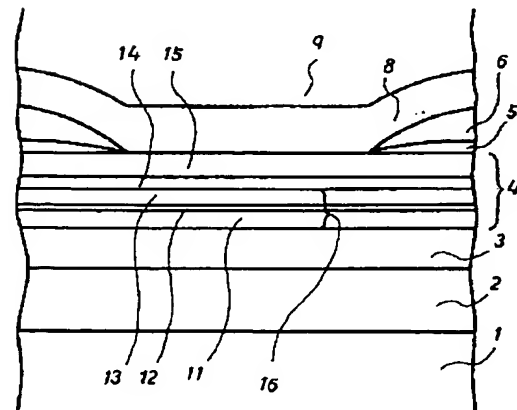
【図2】



【図3】

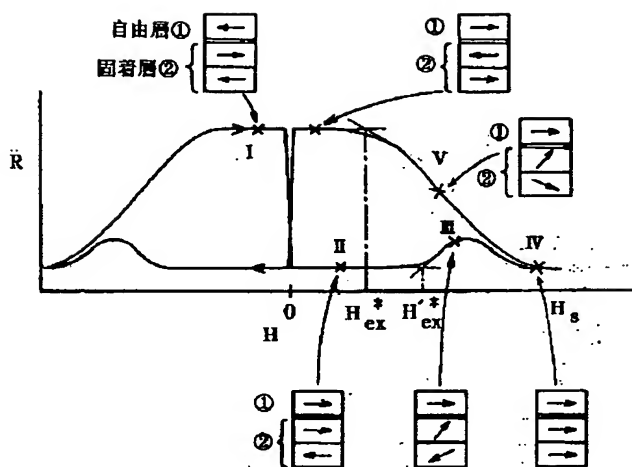
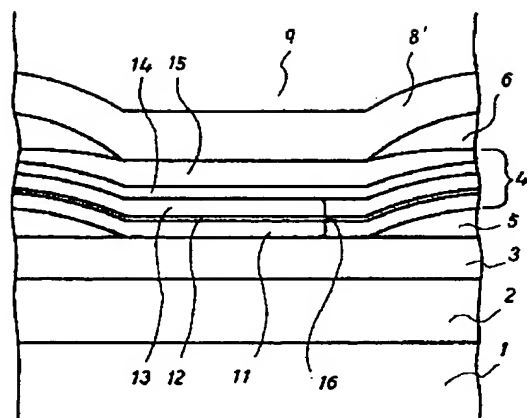


【図4】

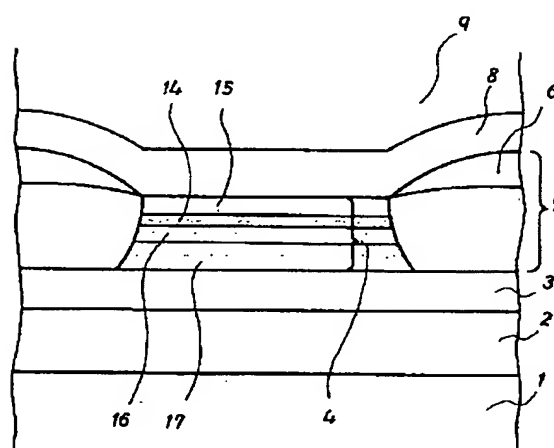
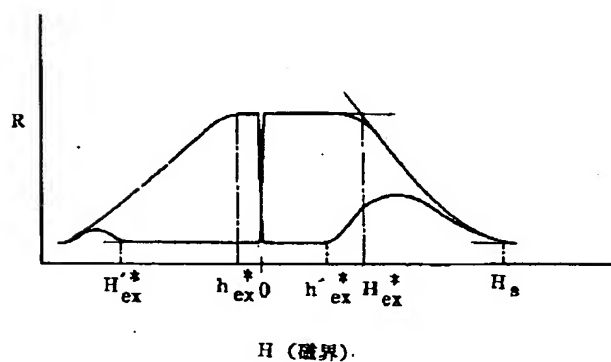




【図 6】



【图8】



フロントページの続き

(72)発明者 岩崎 仁志  
神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社東  
芝川崎事業所内

F ターム(参考) 2G017 AB00 AB05 AC01 AC04 AC06  
AC08 AC09 AD55 AD59 AD60  
AD65  
5D034 BA05 BA21 CA03 CA07

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-020926

(43)Date of publication of application : 21.01.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

G01R 33/09

(21)Application number : 10-185478

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.06.1998

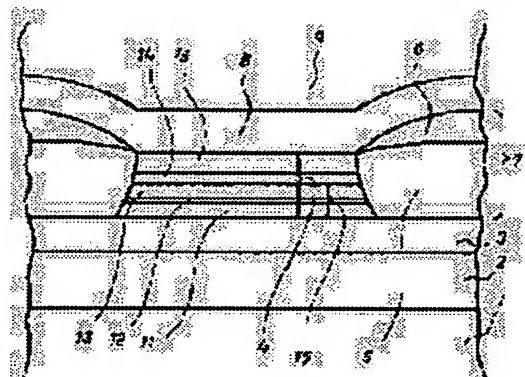
(72)Inventor : SAITO KAZUHIRO  
FUKUYA HIROMI  
SAITO AKIKO  
IWASAKI HITOSHI  
FUKUZAWA HIDEAKI

## (54) MAGNETORESISTANCE EFFECT HEAD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a magnetoresistance effect head, in which the magnetization fixing process of a magnetization fixing layer is easy and the fixing of the magnetization is constant in a magnetoresistance effect head in which a giant magnetoresistance effect is used.

**SOLUTION:** In a magnetoresistance effect head in which a huge magnetoresistance effect having at least one pair of a magnetization fixing layer 16 and a magnetization free layer 15 which are arranged with a nonmagnetic intermediate layer is used, the limiting magnetic field of the magnetization fixing of the magnetization fixing layer 16 is made equal to or larger than 200 Oe by antiferromagnetically coupling one pair of ferromagnetic layers 11, 13 whose compositions, and the coercive forces are different with each other with a coupling layer 12 in the magnetization fixing layer 16.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the magnetoresistance-effect head used for a magnetic disk unit.

[0002]

[Description of the Prior Art] Roles with the main MR head which used the magnetoresistance-effect (MR effect) element for the head reproduction section are played in the densification of magnetic recording, and the MR head which used for the reproduction section the huge magnetoresistance-effect (GMR effect) element which raised the sensitivity of the MR effect element sharply for realizing high density further from now on is needed for it.

[0003] As the conventional shielded type MR head using the GMR effect is shown in drawing 8, on the substrate 1 which consists of aluminum 2O<sub>3</sub>, TiC, etc., the bottom magnetic-shielding layer 2 which consists of soft-magnetism films, such as a permalloy, is formed. On this magnetic-shielding layer, the MR film 4 (spin bulb) is through the insulator layer 3 which constitutes a reproduction magnetic gap. There are the so-called magnetization free layer 15 which carries out magnetization rotation according to a signal magnetic field, an interlayer 14, and a magnetization fixing layer 16 in MR film, and magnetization has fixed the magnetization fixing layer 16 by the antiferromagnetism layer 17. And the vertical bias film 5 of couples, such as CoPt, which generates a bias magnetic field on both sides of MR film in order to form magnetization of the magnetization free layer 15 into a single magnetic domain, and lead 6 are arranged, and the magnetoresistance-effect element (it is hereafter described as MR element) 7 of an APATTO junction method is constituted. The insulator layer 8 which constitutes a reproduction magnetic gap further, and the upper magnetic shielding 9 are arranged at the MR element 7. In such a shielded type MR head, detection of a signal magnetic field passes sense current to the lead 6 of a couple, and is performed by measuring resistance change of the film accompanying change of the average magnetization direction of the MR film 5.

[0004] Conventionally, as for MR film using the GMR element, the spin bulb film is used, and the basic composition is a magnetization free layer / nonmagnetic interlayer / magnetization fixing layer. The laminating of the antiferromagnetism layer is carried out to this magnetization fixing layer, and it has become a magnetization freedom layer / nonmagnetic interlayer / magnetization fixing layer / antiferromagnetism layer, and fixing of magnetization is made when a magnetization fixing layer carries out switched connection through an interface with an antiferromagnetism layer.

[0005] In MR film using the GMR element, in order to secure the alignment response field of magnetization of a magnetization free layer, it is necessary to make magnetization of a magnetization free layer in case there is no magnetic field, and magnetization of a magnetization fixing layer into an abbreviation right angle. For that, a heat treatment process is used. If an example of this heat treatment process is shown, after giving an induced magnetic anisotropy to a magnetization free layer and a magnetic-shielding layer near 250 degree C, applying a magnetic field, the 90 degrees of the directions of a magnetic field are rotated to a GMR film, and it cools towards the magnetization fixing direction of a magnetization fixing layer. By magnetizing a hard magnetism layer in the magnetization free layer after heat treatment, a bias magnetic field is given and generating of a Barkhausen noise is suppressed.

[0006] However, in MR film and the MR head using the above-mentioned GMR element, if the blocking temperature (it is hereafter described as TB) of an antiferromagnetism layer is highly designed in order to raise the stability of a magnetization fixing layer, although the stability of a magnetization fixing layer increases, hot heat treatment will be needed for fixing of the magnetization fixed bed, consequently the induced-magnetic-anisotropy grant to a magnetization free layer or a magnetic-shielding layer will become inadequate.

[0007] On the other hand, if TB is set up low, since the induced-magnetic-anisotropy grant to a magnetization free layer or a magnetic-shielding layer does not have the enough stability of a magnetization fixing layer of what is made, to the more than temperature rise at the time of operation of a head, for example, 100 degrees C, fixing of magnetization will be lost and the output of a head will decline.

[0008] Moreover, the problem that the flux reversal of the magnetization fixing layer by the low and static electricity, i.e., pin reversal, will arise also has TB, and this affects the manufacture yield in manufacture of an element, or the assembly of a disk drive. Thus, with the conventional composition, difficulty was in the setup of TB.

[0009] On the other hand, the GMR film composition which forms a magnetization fixing layer in a hard magnetism layer directly, and the GMR film composition which fixes a magnetization fixing layer in a hard magnetism layer are already known. By carrying out like this, heat treatment can perform induced-magnetic-anisotropy grant of a magnetization free layer or a magnetic-shielding layer, and a magnetization fixing layer can be fixed by magnetization at a room temperature. However, with such composition, since the leakage magnetic field from a hard magnetism layer becomes large, unless a bias point setup is difficult and moreover enlarges coercive force of a hard magnetism layer like the time of using the antiferromagnetic substance, a record magnetic field \*\*\*\*\* fixing layer moves, and an output does not come out.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, if it depends for the stability of the magnetization fixing layer of MR film using the GMR element on TB of an antiferromagnetism layer greatly and TB is designed highly, although the stability of a magnetization fixing layer increases, elevated-temperature heat treatment of an antiferromagnetism layer will be needed, and the magnetic-anisotropy grant of a shield layer or a magnetization free

layer by heat treatment will become difficult. On the other hand, although anisotropy grant of a shield layer or a magnetization free layer will become easy if TB is designed low, since the stability of a magnetization fixing layer runs short, it becomes the cause of the fall of a head output, or a fall of the head manufacture yield.

[0011] this invention copes with the trouble of such the conventional technology, and is made, and it is strong and it aims at offering the magnetoresistance-effect head which does not cause the manufacture yield fall by static electricity generating to static electricity, without the magnetic-anisotropy grant by heat treatment of the magnetization free layer of MR film using the GMR element producing an excessive bias magnetic field in a magnetization free layer, and making a setup of the bias point difficult easily.

[0012]

[Means for Solving the Problem] As indicated to the claim 1, the 1st magnetoresistance-effect head of this invention In the magnetoresistance-effect head using the huge magnetization resistance effect film which has been arranged through a nonmagnetic interlayer and which has the magnetization fixing layer and magnetization free layer of a couple at least It comes to carry out antiferromagnetism combination of the ferromagnetic layer of the couple from which coercive force differs through a binder course, and the aforementioned magnetization fixing layer is magnetization fixing marginal magnetic field Hex\* of the aforementioned magnetization fixing layer. It is the magnetoresistance-effect head characterized by the bird clapper, being used as 200 or more Oes at a room temperature.

[0013] The typical cross section of a magnetoresistance-effect head showing the gestalt of 1 operation of this invention is shown in drawing 1. The nonmagnetic insulator layer in which a substrate, and 2 and 9 form magnetic shielding in, and, as for 3 and 8, a sign 1 forms a magnetic gap in drawing 1, 4 is MR film and 5 is a vertical bias layer. The laminating or hard magnetism layer of a ferromagnetic layer and an antiferromagnetism layer, For the binder course to which in 6 MR element and 11 carry out the ferromagnetic layer A, and, as for 12, a lead and 7 carry out antiferromagnetism combination of the ferromagnetic layer A and the ferromagnetic layer B, and 13, as for an interlayer and 15, the ferromagnetic layer B and 14 are [ a magnetization free layer and 16 ] magnetization fixing layers. Although not elsewhere shown in drawing, it is desirable to prepare ground films, such as Ta, in the middle of the ferromagnetic layer A11 and the magnetic cap 3, and it is desirable to prepare protective coats, such as Ta, on the magnetization free layer 15.

[0014] In the composition of this invention, the ferromagnetic A11 and ferromagnetic B13 of a couple which carried out antiferromagnetism combination are used for the magnetization fixing layer, and the magnetization in the magnetization fixing layer 16 is fixed by the coercive force of these ferromagnetics, and antiferromagnetism combination. For this reason, unlike what the ferromagnetic has fixed by combination with the antiferromagnetic substance, fixing of a magnetization fixing layer can be performed by impressing a magnetic field at a room temperature, and can be performed easily. For this reason, as a heat treatment process, since what is necessary is to just be aimed only at a magnetization free layer and a magnetic-shielding layer, condition selection becomes very easy compared with the former.

[0015] It sets to this invention and is magnetization fixing marginal magnetic field Hex\*. When decreasing it after raising the magnetic field strength impressed to MR film until magnetization once reaches saturation mostly as shown in drawing 6, the value of the magnetic field of the limitation which fixes in magnetization of a magnetization fixing layer and is lost in resistance change is expressed, and this is carried out as the magnetization fixing marginal magnetic field of a magnetization fixing layer.

[0016] And it is magnetization fixing marginal magnetic field Hex\* by controlling the value of the balance of antiferromagnetism combination of the ferromagnetic layer of the couple of a magnetization fixing layer, or the coercive force of a ferromagnetic layer by the above-mentioned composition in this invention. It can be set as 200 or more Oes, and a stable magnetization fixing layer can be constituted.

[0017] Since a material maintainable to temperature with the coercive force of the ferromagnetic layer of a magnetization fixing layer higher than the blocking temperature of the conventional antiferromagnetic substance can be chosen according to this invention, it is stronger than before to static electricity, and can be made what pin reversal does not produce.

[0018] Moreover, since the magnetization fixing layer consists of ferromagnetic layers of the couple which carried out antiferromagnetism combination and mutual magnetization can be negated mutually, it can prevent the magnetic field from a magnetization fixing layer attaining to a magnetization free layer, and giving an unnecessary bias magnetic field. For this reason, the bias point design of a head becomes easy.

[0019] In the magnetoresistance-effect head of this invention, composition differs mutually and the ferromagnetic layer of the couple which forms a magnetization fixing layer and which comes to carry out antiferromagnetism combination can be constituted, as indicated to the claim 2.

[0020] In the magnetoresistance-effect head of this invention, as indicated to the claim 3, even if there are few metals which make Co a principal component, metals which make Fe a principal component, or metal layers which make nickel a principal component as one [ at least ] magnetic layer of the magnetic layer of the couple which forms a magnetization fixing layer, any one sort of metal layers can be used. And as indicated to the claim 4, the metal layer which contains Co more than 50 atom %, and contains at least one sort chosen from the element of Pt, Cr, and Ta as remaining components can be used preferably.

[0021] As a metal which makes Above Co a principal component, the metal which made the principal component Cox A 100-x (at least one sort which is x>=50, and by which A was chosen from the element of Pt, Sm, Ce, La, Y, Fe, Cr, V, Ti, Ta, W, Zr, Nb, Hf, Mo, aluminum, and nickel here), for example can be mentioned. Moreover, as a metal which makes Above Fe a principal component, the metal which made the principal component Fex A 100-x (at least one sort which is x>=50, and by which A was chosen from the element of Co, Cr, Pt, nickel, Y, V, Ti, Ta, W, Zr, Nb, Hf, Mo, and aluminum here), for example can be mentioned. Moreover, in the magnetoresistance-effect head of this invention, the oxide ferromagnetic indicated to the claim 5 or the nitride ferromagnetic indicated to the claim 6 can be used as a ferromagnetic of the magnetic layer of the couple which forms a magnetization fixing layer.

[0022] As such an oxide ferromagnetic, it is chemical formula MO-X 2O3 (it Fe(s) X here). At least one sort and M which are chosen from Co, Mn, and Cr Mn, Fe, Co, There are a spinel ferrite shown by at least one sort chosen from nickel, Cu, Zn, and Mg and a magnetoplumbite type ferrite shown by chemical formula ZO-Fe 2O3 (at least one sort by which Z is chosen from Ba, Sr, calcium, and Pb here). Moreover, as a nitride ferromagnetic, various kinds of nitride ferromagnetics, such as a compound which contains boron in nitriding iron, or nitriding cobalt and nitriding

iron, can be used.

[0023] As indicated to the claim 7, the 2nd magnetoresistance-effect head of this invention In the magnetoresistance-effect head using the huge magnetization resistance effect film which has been arranged through a nonmagnetic interlayer and which has the magnetization fixing layer and magnetization free layer of a couple at least The monostromatic which the aforementioned magnetization fixing layer consists of a ferromagnetic layer of the couple which carried out antiferromagnetism combination through the binder course, and is chosen from the ferromagnetic layer of the aforementioned couple It is the magnetoresistance-effect head characterized by being the hard magnetic film which has the bi-crystal structure which is formed on a crystalline metal substrate and contains Co as a composition element.

[0024] Since bi-crystal structure is the structure where sub crystal grain exists in the main crystal grain, in this invention, and c axis exists in a field, and the c axis of sub crystal grain has become about 90 degrees mutually and sub crystal grain functions as a magnetic particle unit, high coercive force can be obtained in the bi-crystal structure of Co system magnetic film.

[0025] As indicated to the claim 11, the crystalline metal-substrate film of the hard magnetic film which has the bi-crystal structure which contains Co as a composition element in the magnetoresistance-effect head of this invention The thing containing at least one sort of elements chosen from the element of Cr, V, Ti, Ta, W, Zr, Nb, Hf, Mo, and aluminum is desirable, and as indicated to the claim 12, that to which the body center cubic crystal is carrying out the crystalline metal-substrate film abbreviation <200> orientation is used preferably. And as indicated to claims 8 and 9, between a crystalline metal-substrate film and a nonmetallic ground, it has an amorphous layer or a mixing layer, a crystalline metal-substrate film is formed, and its bird clapper is desirable.

[0026] In the magnetoresistance-effect head of this invention, as a nonmetallic ground for forming the crystalline metal-substrate film of the hard magnetic film which has the bi-crystal structure which contains Co as a composition element, as indicated to the claim 10, the oxide or nitride containing aluminum is used preferably.

[0027] As indicated to the claim 13, the 3rd magnetoresistance-effect head of this invention In the magnetoresistance-effect head using the huge magnetization resistance effect film which has been arranged through a nonmagnetic interlayer and which has the magnetization fixing layer and magnetization free layer of a couple at least The aforementioned magnetization fixing layer has the ferromagnetic layer of the couple which comes to carry out antiferromagnetism combination through a binder course. to the monostromatic of the ferromagnetic layer of the aforementioned couple The oxide layer which makes a principal component at least one sort of elements among nickel, Co, and Fe, The laminating of at least one sort of coercive force increase layers chosen from the metal layer containing Mn and the metal layer which makes Cr a principal component is carried out, and it comes to consider as a laminated structure. the ratio of the coercive force Hc in the ferromagnetic layer which has the aforementioned laminated structure, and the exchange bias magnetic field in this ferromagnetic layer by the aforementioned coercive force increase layer — Hc/Hex It is the magnetoresistance-effect head which is set up more greatly than 1 and is characterized by the bird clapper including the case where the exchange bias magnetic field Hex is substantially set to Hex=0.

[0028] In this invention, a magnetization fixing layer can be further stabilized by carrying out the laminating of the layer which has the effect of increasing coercive force, i.e., the coercive force increase layer, to the ferromagnetic layer of the couple which comes to carry out antiferromagnetism combination.

[0029] As indicated to the claim 14, thickness as the aforementioned coercive force increase layer in the magnetoresistance-effect head of this invention NiO 20nm or less, As at least one sort chosen from the cascade screen of CoO, and NiO and CoO was indicated to the layer made into a principal component, and the claim 15 The layer which makes a principal component Zx Mn 100-x (at least one sort by which Z is chosen from the element of nickel, Pt, and Pd here) is used preferably, and it is Zx Mn 100-x. Layer thickness is 15nm or less preferably, as indicated to the claim 16.

[0030] Moreover, as indicated to the claim 17, the layer which makes a principal component AX Mn100-X (at least one sort by which 40 or less [ 0 or more ] and A are chosen for x from the element of Ir, Fe, Rh, Ru, Pt, Pd, and nickel here) is preferably used as a coercive force increase layer of this invention. And the desirable thickness is 5nm or less, as indicated to the claim 18.

[0031] Moreover, as indicated to the claim 19, thickness is alpha-Fe 2O3 20nm or less as a coercive force increase layer of this invention. The layer made into a principal component is used preferably.

[0032] As are furthermore indicated to the claim 20, and Cr alloy layer was used preferably and the desirable thickness was indicated to the claim 21 as a coercive force increase layer of this invention, it is 20nm or less.

[0033] As a Cr alloy used as a coercive force increase layer of this invention, the thing containing at least one sort of elements of aluminum, Mn, Cu, Pt, Pd, Ag, Au, Ir, Rh, Ru, V, Fe, Co, nickel, Ga, and In can be used.

[0034] As indicated to the claim 22, the 4th magnetoresistance-effect head of this invention In the magnetoresistance-effect head using the huge magnetization resistance effect film which has been arranged through a nonmagnetic interlayer and which has the magnetization fixing layer and magnetization free layer of a couple at least It comes to arrange the vertical bias layer using the antiferromagnetism layer which removes a Barkhausen noise in the aforementioned magnetization free layer to the ends of the width of recording track. The aforementioned magnetization fixing layer is a magnetoresistance-effect head which it consists of a ferromagnetic layer of the couple which comes to carry out antiferromagnetism combination through a binder course, and magnetization fixes below 200 degrees C, and is characterized by the bird clapper.

[0035] Simultaneously with stabilization of the output by stabilization of a magnetization fixing layer, low noise-ization can be carried out by combining the antiferromagnetism layer which removes a Barkhausen noise in a magnetization free layer in the invention in this application.

[0036] As the magnetoresistance-effect head which combined with the magnetization free layer of this invention the antiferromagnetism layer which removes a Barkhausen noise was indicated to the claim 23, it is magnetization fixing marginal magnetic field Hex\* of a magnetization fixing layer. It is desirable that they are 200 or more Oes at a room temperature. moreover, it indicated to the claim 24 — as — the ferromagnetic layer of the couple of a magnetization fixing layer — much more — being alike — the ratio of the coercive force Hc of the ferromagnetic layer to which the coercive force increase layer could be prepared and the laminating of the magnetization fixing layer was carried out, and the exchange bias magnetic field in this ferromagnetic layer by the aforementioned coercive force increase layer — it is desirable that Hc/Hex is set up including the case where the exchange bias magnetic field Hex is

substantially set to Hex=0, more greatly

[0037] Moreover, in the magnetoresistance-effect head which combined with the magnetization free layer of this invention the antiferromagnetism layer which removes a Barkhausen noise, it is desirable that it is the hard magnetic film which has the bi-crystal structure which the monostromatic of the ferromagnetic layer of the aforementioned couple is formed on a crystalline ground as indicated to the claim 25, and contains Co as a composition element.

[0038] Moreover, in the magnetoresistance-effect head which combined with the magnetization free layer of this invention the antiferromagnetism layer which removes a Barkhausen noise, sensitivity can be raised by carrying out the abbreviation rectangular cross of the sense of magnetization of the aforementioned magnetization free layer and the aforementioned magnetization fixing layer, as indicated to the claim 26.

[0039] As mentioned above, since the magnetization fixing layer of the MR head of this invention consists of a ferromagnetic layer of the couple from which the coercive force which carried out antiferromagnetism combination differs, the magnetization direction fixes it stably.

[0040]

[Embodiments of the Invention] The gestalt of operation of the invention in this application is explained in detail based on an example below.

[0041] (Example 1) The magnetoresistance-effect head which has the typical cross section shown in drawing 1 was produced.

[0042] After performing nickel80Fe20 of 2-micrometer \*\*, membrane formation of the magnetic-shielding film 2, and a shield division process on aluminum2 O3 and the TiC substrate 1, aluminum 2O3 of the gap film 3 Membranes are formed according to the usual membrane formation process, this ground is used, and they are Co80Pt20 (5nm)/Ru(1nm)/Co90Fe10 (3nm)/Cu (3nm)/Co90Fe10 (3nm) / Ta (5nm). MR film was formed.

[0043] In this MR film, Co80Pt20 (5nm)/Ru (1nm)/Co90Fe10 (3nm) is a magnetization fixing layer which consists of ferromagnetic layer A11 / a 12/ferromagnetism layer B13 of binder courses, respectively, and up-and-down ferromagnetic layers differ in composition and coercive force. And the thickness of Ru layer is set up so that switched connection of the up-and-down ferromagnetic layer may be carried out in antiferromagnetism. Not only Ru but Cr, Rh, Ir, etc. can be used for this binder course 12.

[0044] If change by the magnetic field of resistance is measured about the above-mentioned MR film 4 which has the magnetization fixing layer of such a laminated structure, the curve which shows the relation between the magnetic field of drawing 6 and resistance will be obtained. In addition, the state of magnetization of the magnetization free layer in each part on a curve and a magnetization fixing layer is typically shown in drawing 6.

[0045] although an external magnetic field is small and magnetization of each class of a magnetization fixing layer hardly moves by I and II in drawing 6 -- a certain magnetic field Hex\* or -- more than Hex\* -- magnetization of a magnetization fixing layer -- large -- moving -- a magnetic field -- HS Magnetization reaches saturation mostly in IV to attain. And Hex\* and Hex\* A big hysteresis occurs in the magnetic field which exceeds.

[0046] It sets on MR film and is Hex\*. A value can be used in the field which does not have a hysteresis as an MR head, if it is set as 200 or more Oes.

[0047] That is, a magnetization free layer and the ferromagnetic layer B operate as a spin bulb film, the sense [ layer / ferromagnetic / B ] of magnetization changes even to parallel, and a big resistance change is obtained by the magnetization rotation of a magnetization free layer according to the magnetic field of a record medium.

[0048] Hex\* of MR film When a value does not fulfill 200Oe(s), a magnetization fixing layer is influenced of the magnetic field of a medium etc., and has a possibility that stability may run short.

[0049] It sets to this example and is Hex\*. Values were 400Oe(s).

[0050] Now, pattern formation was performed for the MR film 31 which formed membranes as mentioned above through the photo etching process, the lead 6 of the vertical bias layer 5, Ta/Cu/Ta, etc. was formed, and the ABATTO junction was formed. This vertical bias layer 5 may consist of hard magnetism layers besides the laminating of an antiferromagnetism film and a ferromagnetic.

[0051] In this case, there are NiMn, PtMn, IrMn, RhMn, CrMnPt, etc. in an antiferromagnetism film, there are NiFe, CoFe, CoNi, NiFeCoFe, nickel, etc. in a ferromagnetic layer, on the exchange bias of an antiferromagnetism film, magnetization fixing is carried out and a ferromagnetic layer is made hard. In addition, a ferromagnetic layer has a desirable material of the same saturation magnetization as a magnetization free layer in order to avoid the Barkhausen noise by the discontinuity of magnetization.

[0052] In using a hard magnetism layer, there are CoPt, CoCr, CoPtCr, etc. Since big coercive force is desirable, it is desirable to use Cr layer as a ground layer, for example.

[0053] In this example, Co90Fe10 (5nm) / Pt50Mn50 (30nm) was used for the vertical bias layer 5.

[0054] Furthermore, as shown in drawing 1, after forming the gap layer 8 and the shield layer 9 and usually considering as MR head structure according to a process, for stabilization of the magnetization free layer of MR film, a magnetic-shielding layer, and a vertical bias layer, the magnetic field of 5kOe(s) was impressed to the direction of the head width of recording track, i.e., the longitudinal direction of drawing 1, and 270 degrees C and heat treatment of 3 hours were performed. Next, the magnetic field of 5kOe(s) was impressed in the direction, i.e., the direction perpendicular to the space of drawing 1, perpendicular to a magnetic disk and the head side (ABS side) which counters, and the magnetization fixing layer was magnetized.

[0055] Although fixing temperature can be performed below 200 degrees C, low temperature is desirable as much as possible. At this example, magnetization was fixed at the room temperature.

[0056] The magnetic head was produced by cutting a wafer, grinding a ABS side and slider-izing after the above wafer process.

[0057] Then, the head of example \*\* of comparison with an example 1 which has the conventional membrane structure of drawing 8 for comparison was produced.

[0058] As a MR layer of the example of comparison, they are Ta (5nm)/nickel80Fe20 (7nm)/Co90Fe10 (1.5nm) / Cu (3nm). /Co90Fe10 (2nm) / Ir22Mn78 (7nm) / Ta (5nm) was formed and used. TB of antiferromagnetism film Ir22Mn7810 controlled thickness, set it as 250 degrees C, and formed the APATTO junction.

[0059] The heat treatment process was cooled to the room temperature towards the perpendicular direction to the field which performs maintenance of 3 hours at the temperature of 250 degrees C near TB first in the magnetic field of 5kOe(s) of the direction of the width of recording track, and counters through the sense of a magnetic field after that. The magnetic field was impressed in the direction of the width of recording track at the room temperature after



heat treatment, and PtMn which is the vertical bias layer 5 was magnetized.

[0060] As a result of an example 1 and the example of comparison carrying out MR head comparison, for an example 1, it is private seal \*\* to excel in the stability over static electricity generated in the cases, such as the magnetic head and an assembly process of a magnetic disk drive. That is, although the trouble of pin reversal was accepted by static electricity in the case of the MR head of the conventional type of the example 1 of comparison, pin reversal was not generated in the example 1. Although fixing of a magnetization fixing layer is made by the antiferromagnetism layer and the stability over a temperature rise receives restrictions by TB in the example of comparison, since a ferromagnetic layer or the coercive force which it has is participating in fixing of a magnetization fixing layer, stability can be maintained to higher temperature in the example 1 of this invention.

[0061] In addition, in the example 1, the CoFe alloy layer was used as a ferromagnetic layer B of a magnetization free layer and a magnetization fixing layer. Moreover, although the following examples also describe the example using the CoFe alloy layer in order to avoid \*\*\*\*, the magnetic layer used for this invention is not limited to a CoFe alloy layer, and various composition, such as Co layer, a NiFe alloy layer, a NiFeCo alloy layer, or a laminating of CoFe/NiFe, is possible for it.

[0062] (Example 2) The magnetoresistance-effect head which has the structure shown with the typical cross section of drawing 2 was produced.

[0063] After forming nickel<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> and the magnetic-shielding film 2 of 2-micrometer \*\* and performing a shield division process on aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and the TiC substrate 1, aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> of the gap film 3 Membranes are formed according to the usual membrane formation process. This ground is used and they are Au (1nm)/Cu (1nm)/Ta (5nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (3nm)/Cu (3nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (3nm)/Cr (1nm)/Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub> (5nm) / Ta (5nm). Membranes were formed.

[0064] In this MR film, respectively, Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (3nm)/Cr (1nm)/Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub> (5nm) is a magnetization fixing layer which consists of ferromagnetic layer B13 / a 12/ferromagnetism layer A11 of binder courses, and that of the point that up-and-down ferromagnetic layers differ in composition and coercive force is the same as that of an example 1. Cr \*\* is set up so that the sense of magnetization of a two-layer ferromagnetic layer may carry out antiferromagnetism combination through Cr, Ru, Rh, Ir, etc. besides Cr can be used for this binder course 12.

[0065] In this example, the coercive force of the ferromagnetic layer A11 is 80Oe(s), and it is Hex\* of MR film. 320Oe(s) were obtained as a value and stability was secured.

[0066] The same process as an example was performed to this MR film, the magnetic head was produced, and the same result as an example 1 was obtained.

[0067] From this result, when the magnetization fixed bed was prepared in the upper layer, it was checked every topspin bulb structure, i.e., a top, that the same result as the bottom spin bulb structure at the time of preparing in a lower layer also in structure is obtained. Moreover, it was checked that it is effective also in the dual spin bulb structure where the upper layer and the lower layer were doubled from this.

[0068] (Example 3) Compared with MR film of an example 1, it is the magnetization fixed bed of MR layer. The thickness ratio of ferromagnetic layer A11 / 12/ferromagnetism layer B13 of binder courses is changed, and it is Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub> (5nm)/Ru (1nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (2.5nm). Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub> (5nm)/Ru (1nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (4nm) They could be two kinds. By carrying out like this, the value of the saturation magnetization x thickness of the ferromagnetic layer A11 and the value of the saturation magnetization x thickness of the ferromagnetic layer B13 were not made equal, but were changed for a while.

[0069] Consequently, the coercive force of the ferromagnetic layer A11 is set to 100, and is Hex\*. The value was set to 300Oe(s), and although it was with the somewhat small value compared with the case of an example 1, it was shown that stability is secured as a MR film for magnetoresistance-effect heads.

[0070] Thus, although the value of the saturation magnetization x thickness of the ferromagnetic film of the couple in a magnetization fixing layer which carried out antiferromagnetism combination may be made equal, you may make it differ for a while.

[0071] By increasing the saturation magnetization x thickness of the ferromagnetic layer B13 especially, the design of the bias point can be optimized by passing in the direction in which the ferromagnetic layer A11 stabilizes MR sense current to the magnetic field by current.

[0072] (Examples 4-12) It considers as form of preparing the magnetization fixed bed in the side near every bottom, i.e., a substrate, as well as an example 1, and the result of the examples 4-12 using Co alloy film as a ferromagnetic layer A11 is shown.

[Table 1]

実施例	1 1 強磁性層A	1 2 反強磁性結合層	1 3 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>c</sub> * Oe
4	Co75Cr13Pt12	Ru	Co90Fe10	120	400
5	Co75Cr13Ta12	Ru	Co90Fe10	150	380
6	Co75Cr13Pt4Ta8	Ru	Co90Fe10	110	310
7	Co83Sm17	Ru	Co90Fe10	220	420
8	Co83Y17	Ru	Co90Fe10	230	410
9	Co80Pt20	Cr	Co90Fe10	100	320
10	Cr/Co80Pt20	Ru	Co90Fe10	600	700
11	Co80Pt20	Ru	Ni80Fe20	100	350
12	Co50V4Fe46	Ru	Co90Fe10	50	220

It is Hex\* when Co alloy film is used for one side of the ferromagnetic layer of the couple which constitutes the magnetization fixed bed and which carried out antiferromagnetism combination from the result of a table. The value large enough was shown and it was shown as a MR film of a magnetoresistance-effect head that stability is secured. [0073] It sets to Cox A 100-x (x>=50) similarly, and they are A=Pt, and Sm, Ce, La, Y, Fe, Cr, V, Ti and Ta. W, Zr, Nb, Hf, Mo, aluminum, and nickel have been used.

[0074] (Examples 13-19) The result of the examples 13-19 using Co alloy film as a ferromagnetic layer A11 is shown in form of preparing the magnetization fixed bed in a far, every top, i.e., a substrate, side as well as an example 2.

[Table 2]

実施例	1 1 強磁性層A	1 2 反強磁性結合層	1 3 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>c</sub> * Oe
13	Co75Cr13Pt12	Cr	Co90Fe10	100	360
14	Co75Cr13Ta12	Cr	Co90Fe10	130	340
15	Co75Cr13Pt4Ta8	Cr	Co90Fe10	90	270
16	Co83Sm17	Cr	Co90Fe10	200	380
17	Co83Y17	Cr	Co90Fe10	210	370
18	Co80Pt20	Ru	Co90Fe10	80	280
19	Co80Pt20	Cr	Ni80Fe20	80	310

It is Hex\* when Co alloy film is used for one side of the ferromagnetic layer of the couple which constitutes the magnetization fixed bed and which carried out antiferromagnetism combination like the case where the magnetization fixed bed is prepared in the side near a substrate from the result of a table when the magnetization fixed bed is prepared in a side far from a substrate. The value large enough was shown and it was shown as a MR film of a magnetoresistance-effect head that stability is secured.

[0075] Each above-mentioned example is an ABATTO junction type MR head. this invention can also apply a hard magnetism layer to structure every [ which was put on MR film ] bottom of hard, as shown in the typical cross section of drawing 3. Next, the example is described.

[0076] (Examples 20 and 21) The magnetoresistance-effect reproduction section shown with the typical cross section of drawing 3 aluminum2 O3 and a TiC substrate are used. as a magnetic-shielding film 2 on this substrate After membrane formation of nickel80Fe20 2-micrometer film, and a shield division process, aluminum 2O3 of the

gap film 3 Membranes are formed according to the usual membrane formation process, and as shown in drawing 3, the hard magnetism layer 5 of Cr (5nm)/Co80Pt20 (25nm) is formed. Pattern formation divides after that through a photo etching process, this ground is used, and they are Co90Fe10 (3nm)/Cu (3nm)/Co90Fe10(3nm)/Cr (1nm)/Co80Pt20 (5nm) / Ta (5nm). MR film was formed.

[0077] According to structure, every bottom of this of hard, unlike an ABATTO junction, since the touch area of the hard magnetism layer 5 and a magnetization free layer is large, sufficient bias effect is acquired.

[0078] in addition, since the magnetization fixed bed was found although the same effect was acquired even if the same effect was acquired and there was a difference in the bias structure of a magnetization free layer also by the structure of every top also with the structure of every bottom as it already became whether to be Ming in the examples 4-19, the following examples take up the thing of one structure of these -- it was made things In addition, bias structure was made into the ABATTO junction anti-strong magnetic layer length bias of the same drawing 1 as an example 1.

[0079] Table 3 showed the result at the time of using Fe alloy and nickel alloy film as a ferromagnetic layer A11 of the magnetization fixed bed with this structure.

[0080]

[Table 3]

実施例	1 1 強磁性層 A	1 2 反強磁性結合層	1 3 強磁性層 B	強磁性層 A の保磁力 Oe	$H_{Oe}^*$
2 0	Fe 85 Co 15	Ru	Co 90 Fe 10	55	250
2 1	Fe 85 Mn 12 Ti 3	Ru	Co 90 Fe 10	100	400

similarly, it turns out that Fe alloy and nickel alloy of  $Fex A 100-x$  (here --  $x \geq 50$  and A -- at least one sort of Co, Cr, Pt, nickel, Y, Mn, V, Ti, Ta, W, Zr, Nb, Hf, Mo, and aluminum) are effective in the ferromagnetic layer A11. Moreover, as an antiferromagnetism switched connection layer 12, it turns out that a  $Hex^*$  value suitable when \*\*\*\* is used is acquired, and the stability of MR film is acquired in Ru and Cr.

[0081] Moreover, it turns out as a ferromagnetic layer B13 that a CoFe system and a NiFe system alloy film can be used.

[0082] In addition, if it considers as the ferromagnetic switched connection layer 12, Rh, Ir, etc. are selectable and it is also possible as a ferromagnetic layer B13 to choose a NiFe system alloy film etc.

[0083] (Examples 22-25) The case where the spinel ferrite which is an oxide ferromagnetism layer is used as a ferromagnetic layer A11 like a previous example is shown in Table 4. From the result of a table, a good effect is acquired by using the spinel ferrite which is an oxide ferromagnetism layer as ferromagnetic layer 11A.

[0084]

[Table 4]

実施例	1 1 強磁性層 A	1 2 反強磁性結合層	1 3 強磁性層 B	強磁性層 A の保磁力 Oe	$H_{Oe}^*$
2 2	$MnFe_2O_4$	Ru	Co90Fe10	50	210
2 3	$Fe_3O_4$	Ru	Co90Fe10	100	380
2 4	$CoFe_2O_4$	Ru	Co90Fe10	150	420
2 5	$NiFe_2O_4$	Ru	Co90Fe10	52	220

the same —  $\text{MO-X 2O}_3$  (X is at least one sort of Fe, Co, Mn, and Cr, and M is at least one sort of Mn, Fe, Co, nickel, Cu, Zn, and Mg) — it turns out that composition is usable

[0085] (Examples 26 and 27) The result at the time of using the magnetoplumbite type ferrite which is an oxide ferromagnetism layer, and  $\text{ZO}$  and  $6\text{Fe 2O}_3$  (Z being at least one sort in Ba, Sr, calcium, and Pb) as a ferromagnetic layer A11 like a previous example is shown in Table 5.

[0086] From the result of a table, by using the magnetoplumbite type ferrite which is an oxide ferromagnetism layer as a ferromagnetic layer 11 showed that a good effect was acquired.

[0087]

[Table 5]

実施例	1 1 強磁性層 A	1 2 反強磁性結合層	1 3 強磁性層 B	強磁性層 A の保磁力 Oe	$H_c^*$ Oe
26	$\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$	Ru	Co90Fe10	120	410
27	$\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$	Ru	Co90Fe10	130	430

(Example 28) Table 6 shows the case where nitriding iron is used for the ferromagnetic layer B of a magnetization fixing layer. Table 5 showed that a good effect was acquired by using nitriding iron.

[0088]

[Table 6]

実施例	1 1 強磁性層 A	1 2 反強磁性結合層	1 3 強磁性層 B	強磁性層 A の保磁力 Oe	$H_c^*$ Oe
28	$\text{Fe}_3\text{N}$	Ru	Co90Fe10	55	230

Next, the example using Co and Co alloy of bi-crystal structure is shown. The magnetoresistance-effect reproduction section uses aluminum  $2\text{O}_3$  and a TiC substrate. (Examples 29-44) It is nickel80Fe20 (2 micrometers) of the magnetic-shielding film 2 on this substrate. aluminum  $2\text{O}_3$  (70nm) of the nonmetallic ground layer which is an after [ a shield division process ] gap layer is formed. This ground is used and they are Cr (5nm)/Co (bi-crystal structure) (3nm)/Ru (1nm)/Co (3nm)/Cu (3nm)/Co90Fe10 (3nm) / Ta (5nm). MR film was formed. Others used the same structure as an example 1.

[0089] MR film is explained in detail here. Cr layer is lower aluminum  $2\text{O}_3$ . It consists of a mixed reaction layer and a crystal layer of the bcc structure on it. By suitable pre cleaning (the moderate activity aluminum is made eluted on a front face) of  $2\text{O}$ aluminum3 ground before Cr membrane formation, it is amorphous Cr and amorphous aluminum  $2\text{O}_3$ . If a mixing reaction layer is formed, the crystal layer which carried out Cr on it  $\langle 110 \rangle$  orientation is formed, and, as a result, the ferromagnetic layer A on it can be cut in bi-crystal structure at least. As a result, the coercive force of

the ferromagnetic layer A serves as 700e(s) more greatly than the ferromagnetic layer B of 13. For this reason, it turns out that 2800e(s) are obtained and Hex\* fulfills the conditions of magnetization fixed-bed stabilization. [0090] The examples 45-61 which used Co and Co alloy of bi-crystal structure are shown in Table 7. In addition, in a table, alpha of the column of the about 11 magnetic layer A shows a reactant amorphous layer.

[0091]

[Table 7]

実施例	1 1 強磁性層 A	1 2 反強磁性結合層	1 3 強磁性層 B	強磁性層 A の保磁力 Oe	H <sub>ex</sub> * Oe
29	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α-Ta/Co	Ru	Co	80	320
30	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α-V/Co	Ru	Co	200	500
31	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α-Zr/Co	Ru	Co	70	210
32	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α/Fe <sub>85</sub> Co <sub>15</sub> /Co	Ru	Co	120	500
33	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α/Cr/Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	90	360
34	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α-Ta/Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	80	320
35	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α-V/Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	170	450
36	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α-Zr/Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	60	240
37	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α/Fe <sub>85</sub> Co <sub>15</sub> /Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	Ru	Co <sub>90</sub> Fe <sub>10</sub>	110	430
38	SiO <sub>2</sub> /α/Cr/Co	Ru	Co	55	220
39	ZrO <sub>2</sub> /α/Cr/Co	Ru	Co	53	230
40	TiN/α/Cr/Co	Ru	Co	52	210
41	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α/Cr/Co <sub>80</sub> Pt <sub>20</sub>	Ru	Co	1000	2000
42	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /α/Cr/Co	Cr	Co	60	240
43	AlN/α/Cr/Co	Ru	Co	100	420
44	AlN/α/Cr/Co	Cr	Co	57	230

As shown in this example, as a nonmetallic ground for forming Co and Co alloy film of bi-crystal structure, AlOx, AlN, SiOx, ZrOx, and TiN can be used and especially AlOx and an AlN ground are desirable. In addition, it turns out that TiOx, TaOx, and diamond RAIKUKA-Bonn can be used. Moreover, as a crystalline metal-substrate film for forming Co and Co alloy film of bi-crystal structure, as shown in this example, especially Cr and V can use it preferably and Ta, Zr, and a FeCo system alloy can be used. In addition, Ti.W and Nb.Hf. — Mo, aluminum, etc. were found by that the alloy containing these elements etc. can be used

[0092] Moreover, as illustrated in the example 3, the saturation magnetization of the ferromagnetic layers 11 and 13 and the product of thickness can also be changed.

[0093] Next, the example of the MR head of this invention which carried out the laminating of the coercive force increase layer to the ferromagnetic layer A of a magnetization fixing layer is described.

[0094] The DDO reproduction section uses aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and the TiC substrate 1 to the magnetoresistance effect. (Examples 45-74) It is nickel<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> (2 micrometers) of the magnetic-shielding film 2 on this substrate. aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (70nm) of a nonmetallic-after shield division process ground layer is formed. This ground is used and they are NiO(15nm)/Co(3nm)/Ru(1nm)/Co(3nm)/Cu(3nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (3nm) / Ta (5nm). MR film of structure was formed.

[0095] In this MR membrane structure, if NiO is thicker than 20nm, exchange bias magnetic field H<sub>ua</sub>. will tend to become larger than coercive force H<sub>c</sub>, and fixing by the magnetic field of the magnetization fixing layer near [ which is the purpose of this invention ] the room temperature will become difficult because of H<sub>ua</sub>. For this reason, the thickness of NiO has desirable 20nm or less.

[0096] Since even 20nm or less even of NiO thickness maintains about 300 Oes and the disappearance temperature does not disappear to 200 degrees C or more, either, the coercive force of the ferromagnetic layer A11 is stable.

[0097] About this laminated structure, if the magnetoresistance effect is measured, it will become an R-H curve like drawing 7. In drawing, the movement of the magnetization in each magnetic field of a magnetization free layer and a magnetization fixing layer is the same as that of the case of previous drawing 6. The difference with the case of drawing 6 is a point which becomes right-and-left asymmetry to a magnetic field, in order that a coercive force increase layer may give the exchange magnetic field H<sub>ua</sub> to a ferromagnetic layer. For this reason, a performance parameter is also Hex\*, Hex', hex\*, and hex'. It becomes. It becomes Hex\* > hex\* here. And it is the sense of magnetization of a pin layer Hex\* What is necessary is just to turn in the direction to take. In the case of this example, H<sub>c</sub> of a magnetic layer 11 is Hex\* at about 300 Oes. Since 800 or more Oes are obtained, the stability of a magnetization fixing layer is fully acquired.

[0098] In this example, various kinds of coercive force increase layers can be used besides NiO. Since it acts as a hard magnetism film, \*\*\*\*\* is not needed theoretically. However, NiMn of a rule-ized system alloy, PtMn, PdPtMn, etc. need heat treatment for a part of rule-izing. If rule-ization is a part, it is H<sub>ua</sub><H<sub>c</sub>, and fixing by the magnetic field of a magnetization fixing layer can be performed at a room temperature.

[0099] After the above wafer process, it passed by carrying out polish of cutting and a ABS side and slider-izing a wafer with machining, and DDO was created.

[0100] The same example as the above and this is shown in Table 8.

[0101]

[Table 8]

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>Oe</sub> * Oe
45	NiO (10nm) / Co	Ru	Co	150	500
46	$\alpha$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (15nm) / Co	Ru	Co	300	600
47	$\alpha$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (10nm) / Co	Ru	Co	250	520
48	Pt 52Mn 48 (15nm) / Co	Ru	Co	60	240
49	Pt 52Mn 48 (10nm) / Co	Ru	Co	70	210
50	Ir 22Mn 78 (4nm) / Co	Ru	Co	55	230
51	NiO (15nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	330	800
52	NiO (10nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	180	610
53	Pt 52Mn 48 (15nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	80	270
54	Pt 52Mn 48 (10nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	85	300
55	Ir 22Mn 78 (4nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	60	250
56	Ir 22Mn 78 (4nm) / Co 90Fe 10	Cr	Co 90Fe 10	50	210
57	Cr 70Al 30 (20nm) / Co	Ru	Co	70	300
58	Cr 50Mn 50 (20nm) / Co	Ru	Co	100	300
59	CoO (10nm) / Co	Ru	Co	140	480
60	CoO (5nm) / NiO (5nm) / Co	Ru	Co	180	520
61	NiO (5nm) / Co	Ru	Co 90Fe 10	120	460

Next, the example at the time of changing composition of a holding power increase layer and enlarging H<sub>c</sub> of a magnetic layer 11 is shown.

[0102]

[Table 9]

実施例	11 強磁性層A	12 反強磁性結合層	13 強磁性層B	強磁性層Aの保磁力 Oe	H <sub>Oe</sub> * Oe
62	NiO <sub>0.8</sub> (15nm) / Co	Ru	Co	200	500
63	NiO <sub>0.8</sub> (10nm) / Co	Ru	Co	170	400
64	$\alpha$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (15nm) / Co	Ru	Co	320	640
65	$\alpha$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (10nm) / Co	Ru	Co	280	560
66	Pt 58Mn 42 (25nm) / Co	Ru	Co	210	510
67	Pt 58Mn 42 (15nm) / Co	Ru	Co	150	390
68	Ir 27Mn 73 (10nm) / Co	Ru	Co	80	290
69	Ni 53O 47 (15nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	250	700
70	Ni 53O 47 (10nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	190	630
71	Pt 58Mn 42 (25nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	300	710
72	Pt 52Mn 48 (15nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	210	640
73	Ir 27Mn 73 (10nm) / Co 90Fe 10	Ru	Co 90Fe 10	100	360
74	Ir 27Mn 73 (10nm) / Co 90Fe 10	Cr	Co 90Fe 10	80	280

As Table 9 shows, it turns out as a coercive force increase layer that NiO<sub>x</sub>,  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PtMn, and an IrMn film can be used. In addition, NiMn, PdMn, FeMn, RhMn and the RuMn film, and Cr alloy film were also found by that it is effective.

[0103] Thus, with the conventional composition, even if it is the film which cannot give the effective exchange bias

magnetic field of the grade which can fix a magnetization fixing layer, in the invention in this application, the coercive force  $H_c$  of the ferromagnetic of a magnetization fixing layer can be heightened, and stabilization of a magnetization fixing layer can be obtained. And according to a small thing, the exchange bias magnetic field  $H_{ua}$  can fulfill the conditions of  $H_c > H_{ua}$  to coercive force  $H_c$ .

[0104] In the rule system antiferromagnetic substance, such as PtMn, NiMn, and PdPtMn, by composition adjustment, 20nm or more even in thickness can make an exchange bias magnetic field smaller than coercive force, it can fulfill the conditions of  $H_c > H_{ua}$ , and can be used as a coercive force increase layer.

[0105] Although the above example was bottom spin bulb structure which carries out a magnetization fixing layer every bottom, the same effect is acquired also in the topspin bulb structure which carries out a magnetization fixing layer every top as it is in examples 13-19. Moreover, the same effect also as the dual spin bulb structure where the upper layer and the lower layer were doubled is acquired from this.

[0106] Moreover, as illustrated in the example 3, the saturation magnetization of a magnetic layer 11 and the pin layer 13 and the product of thickness can also be changed.

[0107] Next, as shown in the typical cross section of drawing 4, the example of the structure which carried out PATANDO bias by the antiferromagnetic substance every top is described.

[0108] The magnetoresistance-effect reproduction section of drawing 4 uses aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and a TiC substrate.

(Example 75) On this substrate, as a magnetic-shielding film 2 After membrane formation of nickel<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> 2-micrometer film, and a shield division process, aluminum 2O<sub>3</sub> of the gap film 3 Membranes were formed according to the usual membrane formation process, and Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub> (5nm)/Ru(1nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (3nm)/Cu (3nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (3nm) / Ta (5nm) was formed using this ground. Coercive force  $H_c$  and  $H_{ex}$  of this ferromagnetic layer A of 11 The value is the same as an example 1.

[0109] In order to arrange the vertical bias layer 5 at the edge of MR film, it passes through a photo etching process, and it is Ir<sub>22</sub>Mn<sub>78</sub> (12nm) of an antiferromagnetism layer. The lead 6 of Ta/Cu/Ta etc. was formed. The record process was usually created according to the process through the gap layer 7 and the SHI 1 RUDO layer 8 on it. In addition, an antiferromagnetism layer may use the antiferromagnetism film with which an exchange bias magnetic field  $H_{ua}$  like RhMn besides IrMn mentioned above, RuRhMn, NiMn, PtMn, PdPtMn, and CrMnPt is fully acquired.

[0110] Since the antiferromagnetism film is used in this example, the magnetic field of 5kOe(s) is impressed to the method of the width of recording track of the magnetic head for the vertical magnetic shielding 2 and 9, grant of the induced magnetic anisotropy of the magnetization free layer 15, and stabilization of fixing of the magnetization by the antiferromagnetism layer which is the vertical bias layer 5, and it is \*\*\*\*\* about heat treatment. Heat treatment temperature was made into 270 degrees C which is the temperature near TB of an antiferromagnetism film, and maintenance of 3 hours was performed. The magnetic field of 5kOe(s) was applied in the direction perpendicular to a ABS side at the room temperature after heat treatment, and the magnetization fixing layer was fixed.

[0111] After the above wafer process, it passed by carrying out polish of cutting and a ABS side and slider-izing a wafer with machining, and DDO was created.

[0112] Thus, if it is an antiferromagnetism film using high blocking temperature, what becomes unstable by operating temperature like the example of comparison will not happen.

[0113] In this example, the magnetization fixing layer of MR film is the composition of every bottom. The result same as for every top is obtained.

[0114] Next, as shown in drawing 5, the example of the structure which carried out PATANDO bias by the antiferromagnetic substance every bottom is described.

[0115] (Example 76) Using aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and a TiC substrate, the magnetoresistance-effect reproduction section of drawing 5 forms membrane formation of nickel<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> 2-micrometer film, and aluminum 2O<sub>3</sub> (70nm) of after a shield division process and the gap film 3 according to the usual membrane formation process as a magnetic-shielding film 2 on this substrate, and is Ir<sub>22</sub>Mn<sub>78</sub> (20nm). Membranes are formed. In addition, an antiferromagnetism layer can use the antiferromagnetism film with which an exchange bias magnetic field  $H_{ua}$  like RhMn besides IrMn mentioned above, RuRhMn, NiMn, PtMn, PdPtMn, and CrMnPt is fully acquired.

[0116] A film is divided using a photo etching process after that, this ground is used, and they are Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (3nm)/Cu (3nm)/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub> (3nm)/Cr(1nm)/Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub> (5nm) / Ta (5nm). Membranes were formed. Furthermore, the lead 6 of Ta/Cu/Ta etc. was formed for MR film through the photo etching process. Furthermore, it heat-treated on the same conditions as the case of every bottom of an example 78. According to this structure, sufficient bias effect was acquired also in structure every top.

[0117] Every top can apply this PATANDO bias also like composition every magnetization fixing layer top of MR film.

[0118]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, it can carry out, without affecting heat treatment of a magnetization free layer or a magnetic-shielding layer for formation of a stable magnetization fixing layer, and fixing of magnetization to temperature, the static electricity voltage, etc. For this reason, DDO cannot cause loss of power to it, even if operating temperature rises to the magnetoresistance effect of this invention, but it can maintain a stable output to it. And since it is stable and the trouble by the static electricity voltage in the case of manufacture of the magnetic head or the assembly of a magnetic disk drive decreases to the static electricity voltage, the manufacture yield of the magnetic head or a magnetic disk drive can be raised.

---

[Translation done.]



**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** It is the cross section showing the composition of 1 operation gestalt of DDO to the magnetoresistance effect of this invention.

**[Drawing 2]** It is the cross section showing the composition of other 1 operation gestalten of DDO to the magnetoresistance effect of this invention.

**[Drawing 3]** It is the cross section showing the composition of 1 operation gestalt of further others of DDO to the magnetoresistance effect of this invention.

**[Drawing 4]** It is the cross section showing the composition of 1 operation gestalt of further others of DDO to the magnetoresistance effect of this invention.

**[Drawing 5]** It is the cross section showing the composition of 1 operation gestalt of further others of DDO to the magnetoresistance effect of this invention.

**[Drawing 6]** It is the \*\* type view showing the relation of the magnetic field of a magnetoresistance-effect film and resistance which constitute 1 operation gestalt of DDO to the magnetoresistance effect of this invention.

**[Drawing 7]** It is the \*\* type view showing the relation of the magnetic field of a magnetoresistance-effect film and resistance which constitute other 1 operation gestalten of DDO to the magnetoresistance effect of this invention.

**[Drawing 8]** It is the cross section showing the example of composition of DDO to the magnetoresistance effect of the conventional example.

**[Description of Notations]**

- 1 .... Substrate
- 2 9 .... Magnetic shielding
- 3 8 .... Nonmagnetic insulator layer which forms a magnetic gap,
- 4 .... MR film,
- 5 .... Vertical bias layer,
- 6 --- Lead
- 7 .... MR element,
- 11 .... Ferromagnetic layer A
- 12 .... Binder course
- 13 .... Ferromagnetic layer B
- 14 .... Interlayer
- 15 .... Magnetization free layer,
- 16 .... Magnetization fixing layer,
- 17 .... Antiferromagnetism layer.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Come that the antiferromagnetism combination of the ferromagnetic layer of the couple coercive force differs in an aforementioned magnetization fixing layer in the magnetoresistance-effect head using the huge magnetization resistance effect film which has been arranged through a nonmagnetic interlayer, and which has the magnetization fixing layer and the magnetization free layer of a couple at least is carried out through a binder course, and it is magnetization fixing marginal magnetic field Hex\* of an aforementioned magnetization fixing layer. The magnetoresistance-effect head it is referred to as 200 or more Oes at a room temperature, and carry out a bird clapper as the feature.

[Claim 2] The ferromagnetic layer of the couple which comes to carry out antiferromagnetism combination through the aforementioned binder course of the aforementioned magnetization fixing layer in a magnetoresistance-effect head according to claim 1 is a magnetoresistance-effect head which composition is changed and is characterized by the bird clapper.

[Claim 3] The metal with which at least one side of the magnetic layer of the couple which forms the aforementioned magnetization fixing layer makes Co a principal component in a magnetoresistance-effect head according to claim 1, the metal which makes Fe a principal component, or the magnetoresistance-effect head characterized by being [ of the metal layer which makes nickel a principal component ] any one sort of metal layers at least.

[Claim 4] The magnetoresistance-effect head to which at least one side of the magnetic layer of the couple which forms the aforementioned magnetization fixing layer is characterized by being the metal layer which contains Co more than 50 atom %, and contains at least one sort chosen from the element of Pt, Cr, and Ta as remaining components in a magnetoresistance-effect head according to claim 1.

[Claim 5] The magnetoresistance-effect head characterized by one side of the magnetic layer of the couple which forms the aforementioned magnetization fixing layer being an oxide ferromagnetic in a magnetoresistance-effect head according to claim 1.

[Claim 6] The magnetoresistance-effect head characterized by one side of the magnetic layer of the couple which forms the aforementioned magnetization fixing layer being a nitride ferromagnetic in a magnetoresistance-effect head according to claim 1.

[Claim 7] In the magnetoresistance-effect head using the huge magnetization resistance effect film which has been arranged through a nonmagnetic interlayer and which has the magnetization fixing layer and magnetization free layer of a couple at least The monostromatic which the aforementioned magnetization fixing layer consists of a ferromagnetic layer of the couple which carried out antiferromagnetism combination through the binder course, and is chosen from the ferromagnetic layer of the aforementioned couple The magnetoresistance-effect head characterized by being the hard magnetic film which has the bi-crystal structure which is formed on a crystalline metal substrate and contains Co as a composition element.

[Claim 8] It is the magnetoresistance-effect head which the aforementioned crystalline metal-substrate film has an amorphous layer between nonmetallic grounds in a magnetoresistance-effect head according to claim 7, is formed, and is characterized by the bird clapper.

[Claim 9] It is the magnetoresistance-effect head which the aforementioned crystalline metal-substrate film has a mixing layer between nonmetallic grounds in a magnetoresistance-effect head according to claim 7, is formed, and is characterized by the bird clapper.

[Claim 10] It is the magnetoresistance-effect head characterized by being the oxide or nitride in which the aforementioned nonmetallic ground contains aluminum in the magnetoresistance-effect head of a claim 7, a claim 8, or a claim 9 given in any 1 term.

[Claim 11] It is the magnetoresistance-effect head characterized by containing at least one sort of elements with which the aforementioned crystalline metal-substrate film is chosen from the element of Cr, V, Ti, Ta, W, Zr, Nb, Hf, Mo, and aluminum in the magnetoresistance-effect head of a claim 7, a claim 8, or a claim 9 given in any 1 term.

[Claim 12] It sets on the magnetoresistance-effect head of a claim 7, a claim 8, or a claim 9 given in any 1 term, and, for the aforementioned crystalline metal-substrate film, a body center cubic crystal is the magnetoresistance-effect head which carries out and is characterized by the bird clapper abbreviation <200> orientation.

[Claim 13] In the magnetoresistance-effect head using the huge magnetization resistance effect film which has been arranged through a nonmagnetic interlayer and which has the magnetization fixing layer and magnetization free layer of a couple at least The aforementioned magnetization fixing layer has the ferromagnetic layer of the couple which comes to carry out antiferromagnetism combination through a binder course. to the monostromatic of the ferromagnetic layer of the aforementioned couple The oxide layer which makes a principal component at least one sort of elements among nickel, Co, and Fe, The laminating of at least one sort of coercive force increase layers chosen from the metal layer containing Mn and the metal layer which makes Cr a principal component is carried out, and it comes to consider as a laminated structure. the ratio of the coercive force Hc in the ferromagnetic layer which has the aforementioned laminated structure, and the exchange bias magnetic field in this ferromagnetic layer by the aforementioned coercive force increase layer — Hc/Hex The magnetoresistance-effect head which is set up more greatly than 1 and is characterized by the bird clapper including the case where the exchange bias magnetic field Hex is substantially set to Hex=0.

[Claim 14] The magnetoresistance-effect head to which the aforementioned coercive force increase layer is characterized by being the layer which makes a principal component at least one sort as which thickness is chosen

from the cascade screen of NiO 20nm or less, CoO, and NiO and CoO in a magnetoresistance-effect head according to claim 13.

[Claim 15] The magnetoresistance-effect head characterized by being the layer to which the aforementioned coercive force increase layer makes a principal component  $Zx Mn 100-x$  (at least one sort by which Z is chosen from the element of nickel, Pt, and Pd here) in a magnetoresistance-effect head according to claim 13.

[Claim 16] The magnetoresistance-effect head characterized by the thickness of the aforementioned coercive force increase layer being 15nm or less in a magnetoresistance-effect head according to claim 15.

[Claim 17] The magnetoresistance-effect head characterized by being the layer to which the aforementioned coercive force increase layer makes a principal component  $AX Mn100-X$  (at least one sort by which 40 or less [ 0 or more ] and A are chosen for x from the element of Ir, Fe, Rh, Ru, Pt, Pd, and nickel here) in a magnetoresistance-effect head according to claim 13.

[Claim 18] The magnetoresistance-effect head characterized by the thickness of the aforementioned coercive force increase layer being 5nm or less in a magnetoresistance-effect head according to claim 17.

[Claim 19] It sets on a magnetoresistance-effect head according to claim 13, and, for the aforementioned coercive force increase layer, thickness is  $\alpha\text{-Fe 2O}_3$  20nm or less. Magnetoresistance-effect head characterized by being the layer made into a principal component.

[Claim 20] The magnetoresistance-effect head characterized by the aforementioned coercive force increase layer being a Cr alloy layer in a magnetoresistance-effect head according to claim 13.

[Claim 21] The magnetoresistance-effect head characterized by the aforementioned coercive force increase layer thickness being 20nm or less in a magnetoresistance-effect head according to claim 20.

[Claim 22] In the magnetoresistance-effect head using the huge magnetization resistance effect film which has been arranged through a nonmagnetic interlayer and which has the magnetization fixing layer and magnetization free layer of a couple at least It comes to arrange the vertical bias layer using the antiferromagnetism layer which removes a Barkhausen noise in the aforementioned magnetization free layer to the ends of the width of recording track. The aforementioned magnetization fixing layer is a magnetoresistance-effect head which it consists of a ferromagnetic layer of the couple which comes to carry out antiferromagnetism combination through a binder course, and magnetization fixes below 200 degrees C, and is characterized by the bird clapper.

[Claim 23] It comes to carry out antiferromagnetism combination of the ferromagnetic layer of the couple from which composition and coercive force differ mutually in a magnetoresistance-effect head according to claim 22 through a binder course, and the aforementioned magnetization fixing layer is magnetization fixing marginal magnetic field  $Hex^*$  of the aforementioned magnetization fixing layer. Magnetoresistance-effect head characterized by the bird clapper, being used as 200 or more Oes at a room temperature.

[Claim 24] In a magnetoresistance-effect head according to claim 22, the laminating of the coercive force increase layer is carried out to the monostromatic of the ferromagnetic layer of the couple of the aforementioned magnetization fixing layer, and it comes to consider as a laminated structure. the ratio of the coercive force  $H_c$  of the ferromagnetic layer to which the laminating of the aforementioned coercive force increase layer was carried out, and the exchange bias magnetic field in this ferromagnetic layer by the aforementioned coercive force increase layer —  $H_c/Hex$  The magnetoresistance-effect head which is set up more greatly than 1 and is characterized by the bird clapper including the case where the exchange bias magnetic field  $Hex$  is substantially set to  $Hex=0$ .

[Claim 25] It is the magnetoresistance-effect head characterized by being the hard magnetic film which has the bi-crystal structure which the monostromatic of the ferromagnetic layer of the aforementioned couple is formed on a crystalline ground in a magnetoresistance-effect head according to claim 22, and contains Co as a composition element.

[Claim 26] The magnetoresistance-effect head to which the sense of magnetization of the aforementioned magnetization free layer and the aforementioned magnetization fixing layer carries out an abbreviation rectangular cross, and is characterized by the bird clapper in the magnetoresistance-effect head of a claim 23, a claim 24, or a claim 25 given in any 1 term.

---

[Translation done.]